ปัจจัยในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา
: กรณีศึกษา โรงงานอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟ

นาย กิตติพงษ์ โพธิ์ธรานนท์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-346-500-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FACTORS FOR SELECTING A PRODUCT FOR DEVELOPMENT
: CASE STUDY OF A REFRACTORY FACTORY

Mr. Kittiphong Photaranon

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-346-500-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ปัจจัยในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา กรณีศึกษา โรงงานอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟ
โดย	นายกิตติพงษ์ โพธิ์ธรานนท์
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเวช ชาญสง่าเวช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเวช ชาญสง่าเวช)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีเพราะได้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ. ดร. ชูเวช ชาญสง่าเวช ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการทำวิจัยมาด้วยดีตลอด รวมทั้งได้รับการอนุเคราะห์ตรวจสอบแก้ไขเพื่อให้มีความถูกต้องสมบูรณ์จากคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อันมี ศ.ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ ผศ.ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร ผศ. จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก คุณพิชิต ไม้พุ่ม คุณสิทธิชัย วงศ์ถาวรกิจ และคุณทรงศักดิ์ ชินโกมลสุข ซึ่งเป็นผู้บริหารระดับสูงของบริษัทในกรณีศึกษาตลอดจนถึงผู้ให้สัมภาษณ์ที่ให้ความร่วมมืออย่างดี ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนให้กำลังใจและความช่วยเหลือทุกด้านแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

กิตติพงษ์ โพธิ์ธรานนท์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฎ

สารบัญรูป..... ฑ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 5

1.3 ขอบเขตการศึกษา..... 5

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 5

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย..... 6

2 การปริทัศน์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 8

2.1 งานเขียนเกี่ยวกับปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา..... 8

2.2 งานเขียนเกี่ยวกับกระบวนการและเทคนิควิธีการสำหรับคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา..... 26

2.3 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) ในวงการอุตสาหกรรม..... 31

2.4 บทสรุป..... 32

3 การศึกษาระบบการคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาขององค์กรกรณีศึกษาในอดีต..... 34

3.1 การระบุส่วนตลาดที่ต้องการ..... 35

3.2 การระบุความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์..... 37

3.3 วิธีการคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา..... 38

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 ผลลัพธ์ของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในกระบวนการ
ตัดสินใจในอดีต (พ.ศ.2540 – พ.ศ.2542)..... 38
3.5 บทวิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการตัดสินใจในการเลือก
ผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาในอดีต (พ.ศ.2540 – พ.ศ.2542)..... 39
3.6 แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการตัดสินใจในการเลือก
ผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา..... 39
3.7 บทสรุป..... 40
4 การพยากรณ์ความต้องการด้านวัสดุที่ในอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์
และอุตสาหกรรมเหล็ก..... 43
4.1 การพยากรณ์ความต้องการด้านวัสดุที่ในอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์..... 44
4.2 การพยากรณ์ความต้องการด้านวัสดุที่ในอุตสาหกรรมเหล็ก..... 59
4.3 บทสรุป..... 68
5 กระบวนการพัฒนาระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์
วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา..... 69
5.1 การกำหนดวัตถุประสงค์ของการตัดสินใจ..... 71
5.2 การกำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกผลิตภัณฑ์
วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา..... 71
5.3 การจัดทำระดับคะแนนมาตรฐาน..... 78
5.4 การประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป..... 79
5.5 บทสรุป..... 80
6 การกำหนดและหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก
ในการเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา..... 82
6.1 การรวบรวมปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการพัฒนา
ผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ..... 82
6.2 การจัดหมวดหมู่ปัจจัยแบบโครงสร้างลำดับชั้น..... 83
6.3 การคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย..... 87

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.4 การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก และแบบจำลองการตัดสินใจแบบโครงสร้างลำดับชั้นแบบปัจจัยอิสระ..... 90

6.5 บทสรุป..... 92

7 การกำหนดระดับคะแนนมาตรฐานและวิธีใช้ระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาตามหลักการกระบวนการแบบลำดับเชิงวิเคราะห์..... 95

7.1 การสร้างระดับคะแนนมาตรฐาน..... 95

7.2 วิธีการใช้ระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาตามหลักการกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์..... 99

7.3 บทสรุป..... 99

8 การทดลองใช้ระบบการตัดสินใจเลือกวัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาในอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์และอุตสาหกรรมเหล็ก..... 100

8.1 วัสดุทนไฟที่สมควรพัฒนาสำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน..... 100

8.2 วัสดุทนไฟที่สมควรพัฒนาในเบ้ารับน้ำเหล็ก..... 110

8.3 บทสรุป..... 118

9 บทสรุป และข้อเสนอแนะ..... 119

9.1 สรุปผลการศึกษา..... 120

9.2 ข้อเสนอแนะในระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา..... 124

9.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา..... 125

9.4 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการศึกษา..... 125

9.5 ข้อเสนอแนะสำหรับอนาคต..... 126

9.6 บทสรุป..... 126

รายการอ้างอิง..... 128

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก..... 133
ภาคผนวก ก แบบสอบถามสำหรับโครงการวิทยานิพนธ์
เรื่อง ปัจจัยในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา
กรณีศึกษา โรงงานอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟ..... 134
ภาคผนวก ข การคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย
โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice..... 143
ภาคผนวก ค รายการตรวจสอบและระดับคะแนนมาตรฐาน
เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา
ในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนและเบ้ารับน้ำเหล็ก..... 151
ภาคผนวก ง รายละเอียดและระดับคะแนนที่ผลิตภัณฑ์
ที่เสนอพิจารณาให้พัฒนาได้รับ..... 165
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้ระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ
สำหรับการพัฒนา โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice
ช่วยในการประมวลผล..... 184
ประวัติผู้เขียน..... 194

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	ปัจจัยที่ต้องประเมินในภาพรวมสำหรับคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา.....	25
ตารางที่ 3.1	ผลการประเมินการพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในส่วนตลาดที่ต้องการ.....	35
ตารางที่ 3.2	ผลการประเมินวัสดุทนไฟตามตำแหน่งในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน.....	36
ตารางที่ 3.3	ผลการประเมินความต้องการการพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับ Burning ในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน.....	37
ตารางที่ 4.1	คุณสมบัติของวัสดุทนไฟ สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนในปัจจุบัน.....	54
ตารางที่ 4.2	การเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของ Petroleum coke.....	56
ตารางที่ 4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของวัสดุกับความต้องการของวัสดุในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน.....	58
ตารางที่ 4.4	คุณสมบัติของวัสดุที่สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนภายใน 5 ปีข้างหน้า.....	59
ตารางที่ 4.5	ค่าคุณสมบัติของวัสดุทนไฟในอุตสาหกรรมเหล็ก.....	64
ตารางที่ 4.6	คุณสมบัติของวัสดุทนไฟที่ต้องได้รับการพัฒนาสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กภายใน 5 ปีข้างหน้า.....	67
ตารางที่ 4.7	ค่าคุณสมบัติของวัสดุทนไฟสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กในอนาคต...	68
ตารางที่ 5.1	เกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบความสำคัญ (จากแนวคิดของ Dr.Thomas Saaty).....	77
ตารางที่ 6.1	น้ำหนักปัจจัยในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษา จำนวน 7 ท่าน.....	89

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 6.2	น้ำหนักความสำคัญแบบถ่วงน้ำหนัก.....	91
ตารางที่ 7.1	น้ำหนักความสำคัญของระดับคะแนน ในรูปแบบน้ำหนักคะแนนสะสม.....	98
ตารางที่ 8.1	ลำดับน้ำหนักความสำคัญโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอ พิจารณาให้พัฒนาสำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน.....	103
ตารางที่ 8.2	การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน : ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 1 Magnesia hyanite.....	109
ตารางที่ 8.3	ลำดับน้ำหนักความสำคัญโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอ พิจารณาให้พัฒนาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็ก.....	111
ตารางที่ 8.2	การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน : ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ B Magnesia carbon.....	117
ตารางที่ ค.1	คุณภาพของวัสดุทนไฟสำหรับอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ (ในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน).....	155
ตารางที่ ค.2	คุณภาพของวัสดุทนไฟสำหรับอุตสาหกรรมเหล็ก (ในเบ้ารับน้ำเหล็ก).....	156
ตารางที่ ค.3	ระดับคะแนนสำหรับผลต่างของราคาขาย ต่อต้นทุนผันแปร.....	156
ตารางที่ ค.4	ความสะดวกในการติดตั้งใช้งานผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ ในอุตสาหกรรมซิเมนต์ (ในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน).....	157
ตารางที่ ค.5	ความสะดวกในการติดตั้งใช้งานผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ ในอุตสาหกรรมเหล็ก (ในเบ้ารับน้ำเหล็ก).....	157
ตารางที่ ค.6	เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับอุตสาหกรรมซิเมนต์.....	158
ตารางที่ ค.7	เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับอุตสาหกรรมเหล็ก.....	158
ตารางที่ ค.8	ระดับคะแนนเรื่องความสามารถในการแข่งขัน.....	159
ตารางที่ ค.9	ระดับคะแนนมาตรฐานสำหรับรายการตรวจสอบ ความเหมาะสมกับยุทธศาสตร์ขององค์กร.....	159

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ค.10 เกณฑ์การให้คะแนนมาตรฐาน Know-how ที่ใช้ในการพัฒนา..... 160

ตารางที่ ค.11 ระดับคะแนนมาตรฐานสำหรับระดับความชำนาญของบุคลากร..... 161

ตารางที่ ค.12 ระดับคะแนนมาตรฐานสำหรับความสามารถในการใช้กระบวนการผลิตเดิม..... 161

ตารางที่ ค.13 ระดับคะแนนมาตรฐานในรายการผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม..... 162

ตารางที่ ค.14 ระดับคะแนนมาตรฐานของรายการด้านเศรษฐกิจ..... 164

ตารางที่ ง.1 สรุปรายละเอียดของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนา สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนในอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์..... 166

ตารางที่ ง.2 สรุประดับคะแนนของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนา สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนในอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์..... 171

ตารางที่ ง.3 สรุปรายละเอียดของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็กในอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก..... 176

ตารางที่ ง.4 สรุประดับคะแนนของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็กในอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก..... 180

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1	ส่วนประกอบส่วนประกอบของคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามแนวคิดของ Dr.KANO……..	8
รูปที่ 2.2	การแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาตามความเหมาะสมของต้นทุน ผลตอบแทนความเหมาะสมเชิงยุทธศาสตร์ และความยากง่ายในการปฏิบัติ…….	11
รูปที่ 2.3	แบบจำลองพื้นฐานแสดงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนา……	20
รูปที่ 2.4	กระบวนการตัดสินใจสำหรับการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา…..	26
รูปที่ 2.5	หลักการเบื้องต้นของกระบวนการวิเคราะห์โครงการ……..	27
รูปที่ 2.6	การวิเคราะห์โครงการในแต่ละขั้นตอน (เฉพาะโครงการเอกชนที่โครงการมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ยอมรับได้)……..	28
รูปที่ 2.7	ระดับโครงสร้างพื้นฐานสำหรับประเภทที่ 1…….	29
รูปที่ 3.1	แผนผังต้นไม้แสดงตำแหน่งที่ใช้วัสดุทนไฟในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์……	34
รูปที่ 3.2	แผนผังต้นไม้แสดงตำแหน่งที่ใช้วัสดุทนไฟในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน	36
รูปที่ 4.1	กระบวนการผลิตปูนซิเมนต์แบบกึ่งแห้ง……..	45
รูปที่ 4.2	หม้อเผาปูนซิเมนต์แบบแห้งและมี Preheater……	46
รูปที่ 4.3	หม้อเผาซิเมนต์แบบแห้ง และมี Precalciner……	47
รูปที่ 4.4	Shell Ovality ในบริเวณแหวนหม้อเผาปูนซิเมนต์แบบหมุน……	49
รูปที่ 4.5	รูปร่างของเปลวไฟในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนที่อาจเกิดขึ้นได้……..	50
รูปที่ 4.6	ตำแหน่งของเปลวไฟในหม้อเผาปูนซิเมนต์แบบหมุน……..	51
รูปที่ 4.7	ต้นทุนในการผลิตปูนซิเมนต์ (ดอลล่าห์/ตัน)……	55
รูปที่ 4.8	เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนต่าง ๆ ในการผลิตปูนซิเมนต์……..	55
รูปที่ 4.9	ภาพตัดของ EAF แบบไฟฟ้ากระแสสลับ……	60

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.10	ภาพตัดของ EAF แบบไฟฟ้ากระแสตรง……..	60
รูปที่ 5.1	ขั้นตอนการกำหนดปัจจัยหลักและการหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา……	72
รูปที่ 5.2	การจัดรูปแบบปัญหาแบบโครงสร้างลำดับชั้น……	75
รูปที่ 6.1	แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ที่ต้องพิจารณาในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา……	86
รูปที่ 6.2	แบบจำลองโครงสร้างพื้นฐานสำหรับปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในกรณีที่ปัจจัยมีความสัมพันธ์ข้ามกลุ่มกัน……	88
รูปที่ 6.3	แบบจำลองโครงสร้างพื้นฐานสำหรับปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาในกรณีที่แยกปัจจัยเป็นอิสระต่อกัน……..	93
รูปที่ 8.1	รูปแบบการตัดสินใจแบบโครงสร้างตามหลักการ AHP สำหรับวัสดุทนไฟในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน……..	102
รูปที่ 8.2	การหาน้ำหนักความสำคัญโดยรวมแต่ละผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน……	103
รูปที่ 8.3	ความสัมพันธ์ระหว่าง คุณค่าต่อลูกค้ากับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับหม้อเผาซิเมนต์……	105
รูปที่ 8.4	ความสัมพันธ์ระหว่าง คุณค่าต่อองค์กรกับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับหม้อเผาซิเมนต์……..	106
รูปที่ 8.5	ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางวิศวกรรมกับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับหม้อเผาซิเมนต์……	107
รูปที่ 8.6	ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าต่อสังคมกับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับหม้อเผาซิเมนต์……	108

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 8.7 รูปแบบการตัดสินใจแบบโครงสร้างตามหลักการ AHP สำหรับวัสดุทนไฟในเบ้ารับน้ำเหล็ก..... 112

รูปที่ 8.8 การหาน้ำหนักความสำคัญโดยรวมแต่ละผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็ก..... 113

รูปที่ 8.9 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าต่อลูกค้ากับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็ก..... 113

รูปที่ 8.10 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าต่อองค์กรกับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็ก..... 114

รูปที่ 8.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการผลิตกับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็ก 115

รูปที่ 8.12 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าต่อสังคมกับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็ก..... 116

รูปที่ ข.1 โครงสร้างปัญหาระบบลำดับขั้นในการหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ..... 143

รูปที่ ข.2 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์คนที่ 1..... 144

รูปที่ ข.3 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์คนที่ 2..... 145

รูปที่ ข.4 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์คนที่ 3..... 146

รูปที่ ข.5 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์คนที่ 4..... 147

รูปที่ ข.6 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์คนที่ 5..... 148

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ ข.7 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจาก
คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์คนที่ 6..... 148
รูปที่ ข.8 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจาก
คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์คนที่ 7..... 149
รูปที่ จ.1 การเปิดโปรแกรม Expert choice จากไฟล์ c:\ecw\kit.ec1..... 186
รูปที่ จ.2 การใช้ Tool Bar Assignment และ Pairwise..... 187
รูปที่ จ.3 การเข้าสู่หน้าจอ Assignment และ Pairwise..... 187
รูปที่ จ.4 การใช้ Tool bar File และ Report..... 188
รูปที่ จ.5 การเข้าสู่หน้าจอ Report เพื่อเลือกฟังก์ชัน Synthesis..... 188
รูปที่ จ.6 ผลของฟังก์ชัน Synthesis..... 189
รูปที่ จ.7 การเปิดโปรแกรม Expert choice จากไฟล์ c:\ecw\cement.ec1..... 189
รูปที่ จ.8 การใช้ Tool bar Assignment และ Data..... 190
รูปที่ จ.9 การเข้าสู่หน้าจอ Assignment และ Data..... 190
รูปที่ จ.10 การเข้าสู่หน้าจอด้วย Tool bar Assignment และ Rating..... 191
รูปที่ จ.11 การใช้ Tool bar File และ Extract to pairwise
comparison model..... 191
รูปที่ จ.12 การเข้าสู่หน้าจอ File และ Extract to pairwise
comparison model..... 192
รูปที่ จ.13 การใช้ Tool bar Synthesis และ From goal..... 192
รูปที่ จ.14 การประมวลผลน้ำหนักความสำคัญโดยรวม
จาก Synthesis และ From goal..... 193
รูปที่ จ.15 ผลการวิเคราะห์ความไวโดยใช้
Tool bar Sensitivity graph แบบ Gradients..... 193

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

การตัดสินใจที่สำคัญที่สุดส่วนหนึ่งในธุรกิจอุตสาหกรรม คือ การตัดสินใจคัดเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใดที่องค์กรดำเนินการอยู่ ทั้งในแง่ของพัฒนาผลิตภัณฑ์เดิม หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟ ซึ่งต้องใช้เงินลงทุน บุคลากร และทรัพยากรอื่น ๆ ค่อนข้างสูงสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ กอปรกับภาวะเศรษฐกิจของประเทศไทย พ.ศ.2541 อยู่ในช่วงวิกฤต ส่งผลให้การดำเนินงานในองค์กรทุกกิจกรรม ต้องมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อความอยู่รอดในธุรกิจในยุคปัจจุบันต่อไป ซึ่งในกระบวนการตัดสินใจส่วนสำคัญที่สุด คือ ปัจจัยที่นำมาพิจารณาต้องมีความถูกต้อง เหมาะสม และส่งผลกระทบโดยตรงต่อเป้าหมายที่ต้องการบรรลุขององค์กร

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟมีการแข่งขันค่อนข้างรุนแรง โดยคู่แข่งขันที่มีศักยภาพ ทั้งทางด้านเทคโนโลยีและเงินทุน เช่น จากประเทศญี่ปุ่น เยอรมันนี สหรัฐอเมริกา ทำให้ในตลาดมักมีผลิตภัณฑ์ที่ทันสมัยและเหมาะสมกับสภาพตลาดอยู่เสมอ รวมทั้งผู้นำเทคโนโลยีด้านวัสดุทนไฟไม่นิยมขายเทคโนโลยีเหมือนในอดีต ดังนั้นองค์กรใดที่ไม่สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ตามความเหมาะสมกับสภาพตลาดและสภาพแวดล้อมภายในขององค์กร จะส่งผลให้ไม่สามารถอยู่รอดได้ในธุรกิจประเภทนี้ได้ในอนาคต

วัสดุทนไฟ โดยจำกัดความ จะหมายถึง วัสดุพวกอโลหะ ซึ่งสามารถนำมาใช้ก่อสร้าง โครงสร้างหรือเตาต่างๆ ที่ใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้ โดยไม่เกิดการหลอมเหลวเสียรูปร่างไปขณะใช้งาน คุณสมบัติประการแรกของวัสดุทนไฟก็คือ ความทนไฟ นอกจากนี้แล้ว ในลักษณะการใช้งานต่าง ๆ คุณสมบัติที่สำคัญอื่น ๆ ของวัสดุทนไฟยังประกอบด้วย

- ต้องสามารถรับน้ำหนักขณะใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้เพียงพอโดยไม่เกิดการยุบตัว

- ทนการขัดสีจากลม ฝุ่น หรือวัสดุต่าง ๆ ได้ดีที่อุณหภูมิสูง
- ทนการกัดกร่อนจากสารเคมี หรือสารประกอบหลอมเหลวต่างๆ ได้เมื่อใช้งาน เป็นต้น

วัสดุทนไฟที่มีคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นจะถูกผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งาน ประเภทของวัสดุทนไฟแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ ดังนี้

1. **อิฐทนไฟ** (Refractory Brick)

มีลักษณะเป็นก้อน การใช้งานส่วนมากจะนำไปใช้ในงานก่อ เช่น ในการก่อสร้างเตาเผาปูนซิเมนต์ เตาหลอมเหล็ก อิฐทนไฟเป็นวัสดุทนไฟประเภทที่สามารถรักษาขนาดสัณฐานเดิมเมื่อผ่านการใช้ และมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดีกว่าวัสดุทนไฟประเภท อื่น ๆ ดังนั้นงานส่วนมากมักจะใช้อิฐทนไฟเป็นส่วนใหญ่

2. **อิฐฉนวนกันความร้อน** (Insulation Brick)

เป็นอิฐที่ใช้สำหรับป้องกันการสูญเสียความร้อนออกไปภายนอก สามารถใช้ได้กับงานก่อทั่ว ๆ ไป ซึ่งมีหลายคุณภาพให้เลือกใช้ ตามแต่อุณหภูมิที่ใช้งาน

3. **ปูนทนไฟ** (Mortar)

เป็นวัสดุทนไฟชนิดพิเศษ เนื้อละเอียดใช้ในการก่ออิฐทนไฟ ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างอิฐ และป้องกันการแทรกซึมของก๊าซ หรือของเหลวซึมออกจากรอยต่อระหว่างอิฐ โดยจะใช้ก่อหนาเพียง 1 - 2 มม. เท่านั้น ปูนทนไฟโดยทั่วไปแบ่งตามลักษณะผลิตภัณฑ์เป็น 2 ประเภท คือ

3.1 ปูนทนไฟที่ต้องให้ความร้อนจึงจะแข็งตัว (ปกติประมาณ 1000°C ขึ้นไป) เรียกว่า Heat Setting Mortar (HM)

3.2 ปูนทนไฟที่เมื่อทิ้งไว้จะแข็งตัวเองที่อุณหภูมิห้องเรียกว่า Air Setting Mortar (AM)

4. **คอนกรีตทนไฟ** (Castable)

เป็นส่วนผสมของเม็ดวัสดุทนไฟชนิดต่าง ๆ กับซิเมนต์ทนไฟ ซึ่งมีอลูมิน่าสูงเมื่อผสมกับน้ำในปริมาณที่พอเหมาะแล้ว จะสามารถเทลงแบบเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้คล้ายกับคอนกรีตปกติ ช่วยลดปัญหาในบริเวณที่ก่ออิฐได้ยากและลดความยุ่งยากในการตัดอิฐทนไฟให้ได้รูปร่างตามที่ต้องการ

5. **พลาสติกทนไฟ** (Plastic)

ลักษณะเป็นก้อนเหนียวคล้ายดินน้ำมัน ประกอบด้วยเม็ดวัสดุทนไฟชนิดต่างๆ กับพวกดิน หรือสารเคมี ซึ่งทำให้เกิดความเหนียว มักใช้ในการปะซ่อมผนังเตาที่แตกบิ่น ให้ความสะดวกรวดเร็วในการซ่อมแซม และยังใช้เป็นโครงสร้างของเตาเผาได้อีกด้วย

6. **คลินเฟอร์นิเจอร์** (Kiln Furniture)

ผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟชนิดพิเศษที่ใช้เฉพาะในอุตสาหกรรมเซรามิกมีคุณภาพ Silicon Carbide และ Cordierite-Mullite

บริษัทที่กำลังทำการศึกษาวิจัยนี้ เป็นบริษัทผลิตวัสดุทนไฟที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย และในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยปัจจุบันมีกำลังการผลิตมากกว่า 140,000 ตัน/ปี โดยมีการขยายงาน และพัฒนาขีดความสามารถอย่างต่อเนื่องดังประวัติที่แสดง

2496 เริ่มก่อตั้งโรงงานผลิตวัสดุทนไฟ ประเภทอิฐ Fire Clay เพื่อผลิตใช้เองในอุตสาหกรรมเหล็กและปูนซิเมนต์ มีกำลังการผลิตโดยรวม 12,000 ตัน

2511 ขยายและปรับปรุงกำลังการผลิต ให้ผลิตได้ทั้งอิฐ Fire Clay และ High Alumina โดยมีกำลังการผลิตรวมปีละ 24,000 ตัน

2517 ทำสัญญาร่วมมือทางเทคโนโลยีการผลิตวัสดุทนไฟ กับ บริษัท Harbison Walker Refractories ประเทศสหรัฐอเมริกา และขยายกำลังการผลิตเป็นปีละ 30,000 ตัน

2528 ทำสัญญาร่วมมือทางเทคโนโลยีการผลิต Super Dense Castable กับ บริษัท VPA Consult Ltd. ประเทศเดนมาร์ก และขยายกำลังการผลิตเป็นปีละ 35,000 ตัน

2529 สร้างโรงงานผลิต คลินเฟอร์นิเจอร์ (Kiln Furniture) กำลังการผลิตเป็นปีละ 1,650 ตัน โดยใช้ Technical Know How จากบริษัท VGT Aktiengesellschaft ประเทศเยอรมันนี

2531 ขยายกำลังการผลิตเป็นปีละ 55,000 ตัน และ คลินเฟอร์นิเจอร์ (Kiln Furniture) เป็นปีละ 3,050 ตัน

2532 สร้างโรงงานผลิตอิฐเชิงด่าง กำลังการผลิตปีละ 16,000 ตัน รวมกำลังการผลิตทั้งสิ้นปีละ 75,000 ตัน

2535 ขยายกำลังการผลิตรวมเป็นปีละ 86,000 ตัน ทำสัญญาร่วมมือทางเทคโนโลยี Tundish การผลิต Spraying กับ Intocast ประเทศเยอรมันนี

2536 ร่วมมือทางเทคโนโลยีการผลิตวัสดุทนไฟที่ใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กกับ Shinagawa ประเทศญี่ปุ่น และสร้างโรงงานผลิต Specialties กำลังการผลิตปีละ 18,000 ตัน รวมกำลังการผลิตเป็นปีละ 104,000 ตัน

2537 ได้รับใบรับรองระบบคุณภาพ ISO – 9002 เมื่อ 16 เมษายน 2537 ปรับปรุงโครงสร้างการบริหารการจัดการแบ่งสายการผลิตตามชนิดของสินค้า และสร้างโรงงานผลิตอิฐ Basic Basic Specialties กำลังการผลิตปีละ 36,000 ตัน รวมกำลังการผลิตทั้งสิ้นเป็นปีละ 140,000 ตัน

2538 ทำสัญญาร่วมมือทางเทคโนโลยีการผลิต Silicon Carbide กับบริษัท NGK.Insulators Ltd. ประเทศญี่ปุ่น

2541 ได้รับใบรับรองระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO – 14001 เมื่อ 28 ธันวาคม 2541

เนื่องจากในอดีตการเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีระบบ อาจส่งผลกระทบกับองค์กรไม่มากนัก เนื่องจากองค์กรมีตลาดส่วนใหญ่เป็นตลาดในประเทศ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และไม่มีคู่แข่งขันที่มีศักยภาพจากประเทศที่พัฒนาแล้ว แต่ในปัจจุบันสถานการณ์ได้เปลี่ยนไป โดยที่คู่แข่งขันได้มีทั้งจำนวนและศักยภาพมากขึ้นโดยคู่แข่งขันที่สำคัญเป็นบริษัทระดับโลก ดังนั้นการเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์ ต้องมีความรอบคอบและรัดกุมมากยิ่งขึ้น มิฉะนั้นอาจทำให้โอกาสที่ตลาดจะยอมรับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นน้อยลง

การตัดสินใจเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟ มักจะเป็นหน้าที่ของผู้บริหารระดับสูงขององค์กรและผู้เกี่ยวข้อง เช่น หน่วยงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้รับข้อมูลจากฝ่ายปฏิบัติการ หรือวิศวกรที่รับผิดชอบอยู่ในส่วนนั้น

ปัญหาที่พบในปัจจุบันเกี่ยวกับการตัดสินใจเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์

1. ระบบการคัดเลือกและเกณฑ์การคัดเลือกไม่ชัดเจน รวมถึงการพิจารณาปัจจัยต่างๆ อย่างรอบคอบเพียงพอ โดยเฉพาะปัจจัยด้านเทคโนโลยี เช่น เทคโนโลยีการผลิตของลูกค้า เทคโนโลยีการผลิตขององค์กร เป็นต้น ทำให้การตัดสินใจไม่มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล

เท่าที่ควร เช่น พัฒนาผลิตภัณฑ์ออกมาแล้ว ไม่สามารถจำหน่ายได้ในตลาดหรือไม่บรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กรตามที่คาดหมาย

2. มีผลิตภัณฑ์ให้เลือกพัฒนาเป็นจำนวนมาก และหลากหลายในแต่ละอุตสาหกรรม รวมทั้งมีปัจจัยที่ต้องพิจารณาหลายประเด็น ทำให้เกิดการยุ่งยากซับซ้อน

จากปัญหาดังกล่าวจะเห็นว่าการเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลกระทบต่อองค์กร ดังแสดงในตัวอย่างแผนงานประจำปี พ.ศ. 2540 - 2541 ซึ่งมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์สำเร็จน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาทั้งหมด ทำให้บริษัทต้องสูญเสียโอกาสการแสวงหากำไรซึ่งทำให้ผลลัพธ์ที่ตามมาอีกหลายประการ เช่น ยอดขายที่ตกลง ความมั่นใจจากลูกค้าในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ของบริษัทลดลง เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. กำหนดปัจจัยหลักที่ต้องพิจารณาในการเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ประสบผลสำเร็จ
2. ออกแบบและจัดทำระบบการตัดสินใจ สำหรับเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ออกแบบและจัดทำระบบการตัดสินใจในการคัดเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตวัสดุทนไฟที่ใช้ในอุตสาหกรรมเหล็ก และอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์หลักของบริษัทในกรณีศึกษานี้ โดยการคัดเลือกปัจจัยที่สำคัญมาจัดทำระดับคะแนนมาตรฐาน ซึ่งได้รับการรับรองจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของบริษัท เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการหาว่าผลิตภัณฑ์ใดสมควรได้รับการพัฒนาก่อนหลังตามลำดับความสำคัญ รวมทั้งจัดทำคู่มือวิธีการใช้งานระบบการตัดสินใจตามระบบมาตรฐานขององค์กร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

มีเอกสารที่รวบรวมปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างเป็นระบบสามารถจัดทำระบบการตัดสินใจในการเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลให้กับบริษัทในกรณีศึกษา

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

1.5.1 ศึกษาโครงสร้าง ขั้นตอนการปฏิบัติงานในกระบวนการเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรที่ปฏิบัติอยู่ ณ ปัจจุบัน รวมทั้งผลลัพธ์ที่ได้มาจากกระบวนการตัดสินใจดังกล่าว เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิง โดยข้อมูลหาจากเอกสารบันทึกการประชุมของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์กับแผนการทำงานขององค์กรในอดีต

1.5.2 ศึกษาและพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า (ผู้ใช้วัสดุทนไฟในอุตสาหกรรมซิเมนต์และเหล็ก) ในเรื่องผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ หรือวัสดุอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในกระบวนการผลิตในอนาคต ซึ่งพิจารณาจากแนวโน้มเทคโนโลยีการผลิตในอุตสาหกรรมซิเมนต์และเหล็กเป็นต้น

1.5.3 รวมรวมปัจจัยที่ต้องพิจารณา ในการเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟโดยหาจากบทความ หนังสือทางวิชาการ Web site ใน Internet ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

1.5.4 กำหนดปัจจัยที่ต้องใช้ในการเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาในองค์กรกรณีศึกษา

1.5.5 ศึกษาเครื่องมือและระบบการตัดสินใจสำหรับการตัดสินใจที่มีวัตถุประสงค์ให้พิจารณา หลายประการและซับซ้อน

1.5.6 สร้างรูปแบบการตัดสินใจโดยประยุกต์ใช้กับรูปแบบที่ได้รับการยอมรับ เช่น AHP Model ซึ่งการตัดสินใจกระทำโดยคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา ในกรณีที่มีปัจจัยที่ต้องพิจารณาหลายประการต้องทำการหาน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยซึ่งหาจากแบบสอบถาม ที่มีการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยที่ละคู่ (Pairwise Comparison) โดยที่แบบสอบถามดังกล่าวผู้กรอกข้อมูลต้องได้รับคำแนะนำจนเข้าใจ

1.5.7 จัดสร้างมาตรฐานที่มีระดับคะแนนชัดเจน (Direct Rating) ซึ่งได้รับการรับรองจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อทำการประเมินผลผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่ต้องการพัฒนา และแบบสอบถามดังกล่าว ผู้กรอกข้อมูลต้องได้รับคำแนะนำจนเข้าใจ

1.5.8 ทดสอบรูปแบบการตัดสินใจกับผลิตภัณฑ์ในอดีตเพื่อทดสอบความน่าเชื่อถือและดำเนินการปรับปรุง (ถ้าจำเป็น) โดยอาจปรึกษากับคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์

1.5.9 ดำเนินการทดสอบรูปแบบการตัดสินใจกับผลิตภัณฑ์ที่บริษัทต้องการพัฒนาจริงในช่วงนั้น

1.5.10 วิเคราะห์ความไวของปัจจัยต่าง ๆ ด้วย Dynamic Sensitivity Method

1.5.11 สรุปผลลัพธ์และข้อเสนอแนะให้ผู้ตัดสินใจรับทราบถึงผลที่ได้ จากระบบการตัดสินใจที่สร้างขึ้น

1.5.12 จัดทำคู่มือวิธีการการใช้งานระบบการตัดสินใจดังกล่าวและดำเนินการอบรมผู้เกี่ยวข้องตามที่คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็นชอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

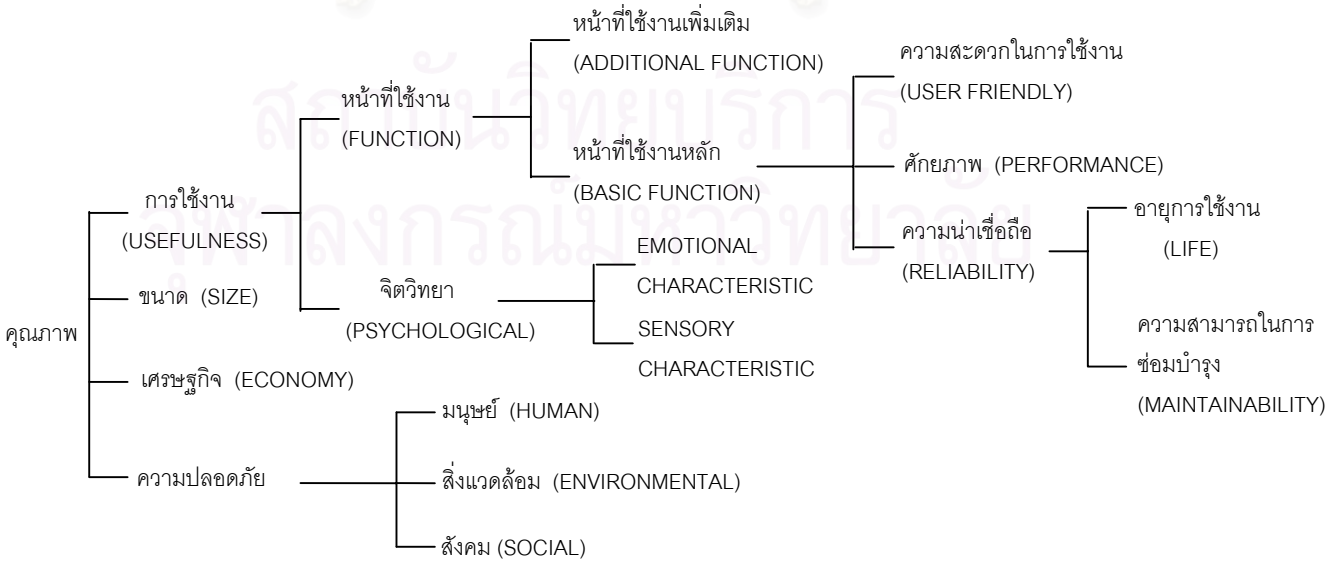
บทที่ 2
การปริทัศน์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

บทนี้กล่าวถึงแนวคิดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา ซึ่งปัจจัยที่ต้องพิจารณาในเรื่องดังกล่าวนั้นได้ถูกศึกษา เสนอแนะไว้มากพอสมควร ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมผลงานของท่านผู้ศึกษาเหล่านั้น ในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมาเพื่อนำมาพิจารณาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ของผู้ผลิตวัสดุทนไฟในกรณีศึกษา โดยแยกงานเขียนต่างๆ เป็น 2 ประเภท คือ ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และรูปแบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา

2.1 งานเขียนเกี่ยวกับปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา

สำหรับการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่ง หรือหลายผลิตภัณฑ์มาดำเนินพัฒนาเพื่อให้เกิดความสามารถในการแข่งขันในตลาดระดับโลกนั้นได้มีแนวความคิดและทฤษฎีต่างๆ มากมายเกิดขึ้นโดยผู้วิจัยพยายามรวบรวมทฤษฎีและแนวคิดดังกล่าว คือ

KANO (1997) แนะนำว่า ผลิตภัณฑ์ที่ดีต้องสามารถสร้างความประทับใจให้กับลูกค้า (Attractive quality) ซึ่งจะทำให้องค์กรมีการเจริญเติบโตอย่างยั่งยืนขององค์กร โดยมีโครงสร้างสำหรับคำว่าคุณภาพที่ประทับใจ ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามแนวคิดของ KANO

Robert (1995) กล่าวว่า บริษัทใดปราศจากการประดิษฐ์พัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องและเหมาะสมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปย่อมไม่ประสบความสำเร็จในธุรกิจ ดังนั้น องค์กรต่างๆ ต้องพัฒนากระบวนการ พัฒนาผลิตภัณฑ์ของตนเองขึ้นมาเพื่อรองรับและจัดการกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาอย่างเหมาะสม โดยให้แนวคิดสำหรับกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. **ค้นหาโอกาสสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่**

สำหรับโอกาสของการพัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์และตลาด คือ

1.1 ผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับตลาดเก่า เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคยมีมาก่อน เช่น วิทยุขนาดเล็กวอล์คแมน

1.2 ผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับบริษัทของเรา ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้อาจมีแล้วในตลาด แต่บริษัทของเราเพิ่งจะมีเป็นครั้งแรกโดยทั่วไปแล้วผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ คู่แข่งขันมักจะเป็นผู้คิดค้นได้ก่อน

1.3 ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เพิ่มขึ้นมาแต่อยู่ในสายผลิตภัณฑ์เดิม ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาปรับปรุงให้ดีขึ้นจากของเก่า

1.4 ผลิตภัณฑ์ใหม่และ/หรือตลาดใหม่ ผลิตภัณฑ์อาจจะเป็นสินค้าที่ไม่แตกต่างจากเดิมมากนัก แต่เป็นสินค้าที่มีกลุ่มลูกค้าใหม่ ส่วนตลาดใหม่ ทำให้เกิดช่องทาง รายได้ใหม่ให้แก่บริษัท

2. **การประเมินค่าโอกาสของผลิตภัณฑ์**

เนื่องจากองค์กรไม่สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามโอกาสหรือจำนวนที่คิดค้นขึ้นได้ทั้งหมด ดังนั้นประเด็นสำคัญอีกประการ คือ การประเมินค่าโอกาสของผลิตภัณฑ์เหล่านั้นโดยใช้เกณฑ์ที่ตั้งขึ้น เพื่อจัดลำดับโอกาสของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ตามความเหมาะสมกับองค์กร โดยแนะนำว่ามีปัจจัย 4 รายการหลักที่มีความสำคัญเท่าเทียมกันในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์มาดำเนินการพัฒนา กล่าวคือ

2.1 ต้นทุน ของผลิตภัณฑ์ที่จะดำเนินการพัฒนาขึ้น โดยพิจารณาแยกลงไปเป็นประเด็นย่อย ๆ เช่น แรงงาน วัตถุดิบ อุปกรณ์การวิจัย การตลาด การส่งเสริมการขาย กฎหมาย เวลา เป็นต้น

2.2 ผลตอบแทนต้องพิจารณาว่าผลิตภัณฑ์จะสร้างกำไรหรือผลตอบแทนให้องค์กรอย่างไร เช่น ส่วนแบ่งตลาด ผลกำไร ภาพพจน์ ความพึงพอใจ เงินปันผล ความปลอดภัย คุณภาพ ขวัญกำลังใจ การเติบโตขององค์กร เป็นต้น

2.3 ความเหมาะสมทางยุทธศาสตร์ หมายถึง ผลิตภัณฑ์นั้นมีความสอดคล้องกับทิศทางที่บริษัทกำลังก้าวไปในอนาคต โดยที่ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรมักเป็นผู้กำหนดไว้ล่วงหน้า เช่น ลูกค้าที่สำคัญ ส่วนตลาด และตลาดทางภูมิศาสตร์ของบริษัทที่บริษัทจะก้าวเข้าไปและที่จะไม่ก้าวเข้าไปทำธุรกิจด้วย โดยที่การแบ่งสรรทรัพยากรต้องแบ่งให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นทิศทางหรือความหวังในอนาคตของบริษัทจะได้รับทรัพยากรมากกว่างานที่ไม่ใช่อนาคตของบริษัท ซึ่งการประเมินความเหมาะสมทางยุทธศาสตร์ มีปัจจัยย่อยในแง่ต่อไปนี้

- ผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนานั้นมีข้อดีกว่าผลิตภัณฑ์เดิมของบริษัทอย่างไร
- ความสามารถของผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดตลาดใหม่ หรือส่วนตลาดใหม่และตลาดเชิงภูมิศาสตร์ใหม่อย่างไรเมื่อเทียบกับตลาดเดิมของบริษัทกำลังตอบสนองความต้องการอยู่
- ผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดลูกค้าเพิ่มขึ้นเท่าใด เมื่อเทียบกับฐานลูกค้าเก่า
- ผลิตภัณฑ์นั้นทำให้เกิดกำลังการผลิต และ/หรือสมรรถภาพในการผลิตใหม่อย่างไร เมื่อเทียบกับของเดิมที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน
- ผลิตภัณฑ์นั้นทำให้ต้องใช้เทคโนโลยีใหม่หรือไม่อย่างไร เมื่อเทียบกับเทคโนโลยีเดิม
- ผลิตภัณฑ์นั้นต้องการวิธีขาย การทำตลาดต่างไปจากวิธีเดิมที่บริษัทใช้อยู่อย่างไร
- ผลิตภัณฑ์นั้นต้องการวิธีกระจายสินค้าใหม่หรือไม่อย่างไร เมื่อเทียบกับวิธีการเดิมที่บริษัทใช้อยู่
- ผลิตภัณฑ์นั้นต้องการทรัพยากรมนุษย์และทักษะใหม่ๆ หรือไม่อย่างไร เมื่อเทียบกับวิธีการเดิมที่บริษัทใช้อยู่
- เกณฑ์ของขนาดและการเติบโตที่ได้จากผลิตภัณฑ์นั้นเป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับระดับความสำเร็จในปัจจุบัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยที่ในแต่ละด้านยิ่งมีความเหมือนกันเท่าไรก็ยิ่งแสดงว่ามีความเหมาะสมเชิงยุทธศาสตร์มากขึ้นเท่านั้น

2.4 ความยากในการนำไปปฏิบัติจริง ระดับความยากในการแนะนำผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเปลี่ยนแปลงที่องค์กรนั้นๆ จะต้องประสบและจะต้องทำให้เกิดขึ้นมา ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนแปลงมากย่อมมีระดับความยากมากขึ้นตามลำดับโดยแนะนำให้ตรวจสอบดังรายการต่อไปนี้ คือ โครงสร้างองค์กร กระบวนการผลิต วิธีการกระจายสินค้า เทคโนโลยี เงินลงทุน ภาพพจน์ วัตถุดิบ การบริหารลูกค้า และวัฒนธรรมองค์กร

โดยที่จากปัจจัยหลักทั้ง 4 ประการ สามารถแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์ได้ ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 การแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาตามความเหมาะสมของ ต้นทุน ผลตอบแทนความเหมาะสมเชิงยุทธศาสตร์และความยากง่ายในการปฏิบัติ

3. การประเมินผลิตภัณฑ์อย่างละเอียด

จากการประเมินในส่วนแรก ย่อมสามารถคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่สมควรพัฒนาได้จำนวนหนึ่ง และเพื่อที่จะจัดลำดับโอกาสของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ จำเป็นต้องมีการประเมินอย่างละเอียดอีกครั้ง โดยพิจารณาตามปัจจัยดังต่อไปนี้

3.1 ปัจจัยทางด้านเทคนิค โดยพิจารณาจาก

- ความสามารถด้านเทคโนโลยี หรือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการพัฒนา (Know – how)

- ทรัพยากรสำหรับการทำวิจัยมีเพียงพอหรือไม่
- ได้รับความสนับสนุนจากผู้บริหารมากน้อยเพียงใด
- โอกาสที่จะสำเร็จเป็นอย่างไร
- สถานภาพทางด้านกฎหมายเป็นอย่างไร

3.2 ปัจจัยด้านเวลา พิจารณาจาก

- ระยะเวลาที่จะทำการวิจัยเสร็จ เทียบกับเวลาที่ตลาดต้องการ
- การเตรียมและการพัฒนาตลาดใช้เวลามากน้อยเท่าไร
- ปฏิกิริยาโต้ตอบจากการแข่งขันเป็นอย่างไร เรารู้หรือมีสมมติฐานบ้างหรือไม่ในเรื่องนี้

3.3 ปัจจัยด้านเสถียรภาพของตลาด

- ตลาดนี้จะยังคงอยู่อีกนานแค่ไหน
- โอกาสในการครอบครองตลาดมีเท่าไร
- โอกาสที่ตลาดจะตกต่ำมีเท่าไร และผลของมันจะเป็นอย่างไร
- โครงการใหญ่ ๆ ที่มีผลต่อกลุ่มผู้ใช้สินค้ามีความมั่นคงเพียงใด

3.4 ปัจจัยทางด้านตำแหน่งในตลาด

- ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับสินค้าหรือบริการของบริษัทอื่นเป็นอย่างไร
- ผลกระทบด้านความเชื่อถือเป็นเช่นไร
- ความสามารถในการที่จะยอมรับในตำแหน่งผู้นำตลาดจะต้องใช้เวลานานเพียงใด

3.5 ปัจจัยด้านการเติบโต

- การกระจายธุรกิจไปยังธุรกิจอื่น ๆ
- ความเป็นไปได้ที่จะเติบโตมากในอนาคต ทั้งในด้านปริมาณและรายได้
- ความเป็นไปได้ในการสร้างกลุ่มสินค้าขึ้นมาขายในอนาคต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ความเป็นไปได้ที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของตลาด หรืออุตสาหกรรมในอันที่จะทำให้สินค้าหรือบริการใหม่นี้ได้รับผลประโยชน์

- ศักยภาพของตลาดในระยะสั้น

- ศักยภาพของตลาดในระยะยาว

3.6 ปัจจัยด้านการตลาด

- ความเข้ากันได้กับวัตถุประสงค์ทางการตลาดทั้งในปัจจุบันและในอนาคต

- สภาพแวดล้อมในการแข่งขันในตลาดมีความรุนแรงมากน้อยเพียงใด

- การส่งเสริมการขายที่จำเป็นสำหรับการวางผลิตภัณฑ์ในตลาด

- การส่งเสริมการขายที่จำเป็นสำหรับการรักษาตลาดเอาไว้ในระยะยาว

- ระบบการกระจายสินค้าในปัจจุบันเพียงพอหรือยัง

- ลูกค้ามีมุมมองในเรื่องต้นทุนต่อการประมาณการขายอย่างไรบ้าง

- ลูกค้าปัจจุบันสามารถประยุกต์ใช้สินค้าได้อย่างไรบ้าง

- ความจำเป็นที่ต้องให้บริการหลังการขาย

3.7 ปัจจัยด้านการผลิต

- กำลังการผลิตปัจจุบันขององค์กรเป็นอย่างไร

- องค์กรใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตอื่นที่ใกล้เคียงกันสูงสุดหรือยัง

- องค์กรมีกำลังคนเพียงพอต่อการผลิตหรือไม่

3.8 ปัจจัยทางด้านการเงิน

- อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (อาร์โอไอ) เป็นเท่าไร

- ผลตอบแทนจากหุ้นจะเพิ่มสักเท่าไร

- จะต้องลงทุนเพิ่มสำหรับเครื่องจักรใหม่เท่าไร

- ต้นทุนรวมทั้งโครงการจะประมาณเท่าไร

- ต้นทุนรวมตลอดจนถึงขั้นการผลิตอื่น ๆ ทั้งหมดเท่าไร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.9 ปัจจัยด้านการได้รับการคุ้มครอง

- มีโอกาสที่จะจดสิทธิบัตรได้หรือไม่
- มีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดในตัวสินค้า กระบวนการและบริการหรือไม่

สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่ออนาคต ซึ่งโดยปกติเป็นสิ่งที่ลูกค้าขององค์กรไม่สามารถกล่าวถึงได้อย่างละเอียด แต่องค์กรต้องเป็นผู้ติดตามแนวโน้มในอนาคตนั้น โดยอาจทดลองตอบ คำถามต่อไปนี้ เพื่อบรรยายถึงสภาพขององค์กรในอนาคตที่อาจจะเกิดขึ้น

- ในอนาคตข้างหน้าอีก X ปี สภาพเศรษฐกิจจะเป็นเช่นไร
- ในอนาคตข้างหน้าอีก X ปี สภาพการเมืองจะเป็นเช่นไร
- ในอนาคตข้างหน้าอีก X ปี กฎหมายต่าง ๆ จะเป็นเช่นไร
- สภาพประชากรและสภาพสังคม ในอีก X ปี ข้างหน้าจะเป็นเช่นไร
- ตลาดจะเป็นเช่นไรอีก X ปีข้างหน้า
- ลูกค้าและผู้ใช้จะมีลักษณะเช่นไรในอีก X ปีข้างหน้า
- เทคโนโลยีในอีก 2 – 3 ยุคข้างหน้าจะเป็นเช่นไร
- คุณลักษณะและรายละเอียดของสินค้าจะเปลี่ยนเป็นอะไรในอีกXปีข้างหน้า
- กระบวนการผลิตและกำลังการผลิตจะเป็นเช่นไรในอีก X ปีข้างหน้า
- วิธีการขาย/การตลาดจะเป็นไปเช่นไรในอีก X ปีข้างหน้า
- ทรัพยากรบุคคล การเงินและทรัพยากรธรรมชาติ จะเป็นอย่างไรในอนาคตอีก X ปีข้างหน้า

จันทนา จันทโร และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ (2540) ได้กล่าวถึงการเลือกโครงการที่เหมาะสมว่าต้องมีการวิเคราะห์โครงการ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ

1. การศึกษาพื้นฐาน ได้แก่ การศึกษาด้านการตลาด การศึกษาด้านวิศวกรรม การศึกษาด้านการบริหารและการจัดองค์กร การศึกษาด้านเงินลงทุน การศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2. การศึกษาวิเคราะห์ ได้แก่ การศึกษาวิเคราะห์ด้านการเงินการศึกษาวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

โดยที่มีรายละเอียดและหลักเกณฑ์ในหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. **ความเป็นไปได้ทางการตลาด** หรือ ความสามารถของโครงการในการขายผลิตภัณฑ์ได้ในราคาที่กำหนดไว้ มีหัวข้อย่อยที่ช่วยในการพิจารณาดังนี้

- ลักษณะของผลิตภัณฑ์เป็นประเภทใด เช่น ผลิตภัณฑ์ที่มีขายอยู่แล้ว ผลิตภัณฑ์ทดแทนผลิตภัณฑ์ใหม่
- ลักษณะของตลาด
- การเข้าสู่ตลาด (แผนการขาย แผนการเจาะตลาด)
- ขนาดของตลาด
- ความต้องการผลิตภัณฑ์ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต
- โอกาสของผลิตภัณฑ์ (ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อส่วนแบ่งตลาดและความเสี่ยง)
- ต้นทุนการขาย และการจัดจำหน่าย
- การเปลี่ยนแปลงต่างๆที่อาจมีผลกระทบต่อความต้องการ ราคา หรือคุณภาพ

2. **ความเป็นไปได้ทางวิศวกรรม** หรือ ความสามารถของโครงการในการผลิตตามต้องการโดยใช้เทคโนโลยีการผลิตอย่างเหมาะสมที่สุด มีหัวข้อพิจารณาดังนี้

- รายละเอียดของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์
- ความชำนาญพิเศษที่ต้องการในการผลิตผลิตภัณฑ์
- มีความจำเป็นในการร่วมทุนกับต่างประเทศหรือไม่
- พลังงานและน้ำที่ต้องใช้ในการผลิต
- แรงงานและทักษะที่ต้องการ
- ขนาดของโรงงานโดยดูจากขนาดของตลาด และชนิดของผลิตภัณฑ์
- ต้นทุนการผลิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม
- กระบวนการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้มีความเหมาะสมหรือไม่

3. **ความเป็นไปได้ในการบริหาร** หรือความสามารถของโครงการในการดำเนินการให้ประสบผลสำเร็จตามต้องการ โดยพิจารณาเป็นหัวข้อย่อยๆ ดังนี้

- ลักษณะโครงสร้างขององค์กร
- ถ้าเป็นโครงการร่วมมือระหว่างประเทศ สิ่งที่ต้องการมีอะไรบ้าง
- ลิขสิทธิ์ต่าง ๆ
- ข้อตกลงอื่น ๆ เช่น ด้านการตลาด วิศวกรรม เป็นต้น

4. **ความเป็นไปได้ทางการเงิน** ความสามารถของโครงการในการคืนทุนให้กับผู้ลงทุนในระดับที่ต้องการ โดยพิจารณาแยกเป็นประเด็นดังนี้

- เงินลงทุนคงที่
- เงินลงทุนหมุนเวียนที่ต้องการ
- มูลค่าการขายทั้งสิ้น
- กระแสเงินสด
- ระยะเวลาคืนทุน
- ผลตอบแทนการลงทุน

5. **ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์** หรือ ความสามารถของโครงการในอันที่จะให้ “***ผลกำไร***” ต่อสังคมโดยส่วนรวม พิจารณาในประเด็นดังนี้

- มูลค่าเพิ่ม
- ผลจากเงินเฟ้อ
- อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง
- เงินชดเชย การคุ้มครองจากรัฐ
- อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ
- การว่าจ้างแรงงานเพิ่มเพื่อช่วยให้มีงานทำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- รายได้จากการส่งออก
- รายได้จากการทดแทนการนำเข้า

Bralla (1996) ได้กล่าวว่า การออกแบบหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้นต้องพิจารณาถึงปัจจัยหลัก ดังนี้

1. ศักยภาพของผลิตภัณฑ์ (Performance) หรือผลิตภัณฑ์นั้นตอบสนองหน้าที่หลักที่สมควรเป็นอย่างไร เช่น ทีวีต้องมีภาพ เสียง เป็นต้น

2. คุณสมบัติรอง (Features) หรือคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ช่วยสนับสนุนหน้าที่หลัก

3. ความน่าเชื่อถือ (Reliability) หรือผลิตภัณฑ์นั้นสามารถรักษาคุณภาพของมันได้ดีและนานเพียงใด

4. ความสอดคล้อง (Conformance) ผลิตภัณฑ์นั้นสอดคล้องกับคุณสมบัติที่เป็นมาตรฐานสากลหรือมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับหรือไม่อย่างไร

5. อายุการใช้งาน (Durability) ผลิตภัณฑ์มีอายุการใช้งานโดยประมาณเป็นเท่าไร

6. ความสามารถในการให้บริการ (Serviceability) เช่น ความยากง่ายในการบำรุงรักษาผลิตภัณฑ์ หรือการให้บริการหลังการขายในรูปแบบต่าง ๆ

7. ความสวยงาม (Aesthetics) รูปร่างผลิตภัณฑ์มีความน่าสนใจเพียงใด

8. ความปลอดภัย (Safety) ผลิตภัณฑ์ต้องมีความปลอดภัยหรือความเสี่ยงในการใช้งานน้อยที่สุด

9. ผลิตภัณฑ์นั้นต้องมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด (Environmental Friendly)

10. ความสะดวกในการนำไปใช้งาน (User Friendly)

11. ความสามารถออกสู่ตลาดได้เร็ว (Short time to market)

12. ความสามารถในการปรับปรุงให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น (Upgrade ability)

13. ต้องสามารถดำเนินการผลิตได้ (Manufacturing)

Gerirtz (1994) กล่าวว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมานั้นต้องพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้เป็นกรณีพิเศษ

1. ความต้องการของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ หรือความพึงพอใจและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ตลอดจนถึงศักยภาพทางการตลาด (Market potential)

2. เป้าหมาย ความมุ่งหวังของผู้ใช้งาน และความสามารถในการใช้งานสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่จะทำการพัฒนาขึ้น

3. คุณสมบัติ (Function) ของผลิตภัณฑ์ทั้งที่เป็นความจำเป็นและความต้องการ (Needs and wants)

4. ศักยภาพของผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นในมุมมองของผู้ใช้งานหรือลูกค้า

5. ความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์

6. สภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ผลิตภัณฑ์สามารถใช้งานได้

7. เป้าหมายของการประกันคุณภาพและนโยบายเรื่องการประกันคุณภาพ

8. ความปลอดภัย กฎหมาย ข้อบังคับที่ทางราชการกำหนด

9. ความเป็นไปได้ในการจดสิทธิบัตร

10. ความสามารถในการปรับปรุง หรือนำไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มลูกค้าอื่น ๆ

11. ความต้องการในการบริการ การซ่อมบำรุง การฝึกอบรมและจัดทำเอกสารคู่มือวิธีการใช้งานของผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง

12. ราคาขายและช่องทางการจัดจำหน่ายต้องเหมาะสม

13. ค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตทั้งหมด เพื่อนำมาคำนวณหาต้นทุนของผลิตภัณฑ์

14. งบประมาณที่ต้องใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

15. กำหนดการในการออกสู่ตลาด หรือระยะเวลาที่มีให้สำหรับการพัฒนา

16. เวลานำ (Lead time) ในการตอบสนองคำสั่งซื้อจากลูกค้าหรือระยะเวลาส่งมอบมาตรฐาน

Yap and Souder (1994) ได้พัฒนาแบบจำลอง (Model) เรื่องปัจจัยที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ประสบความสำเร็จในการพัฒนา แสดงดังรูปที่ 2.3

โดยมีรายละเอียดสำหรับปัจจัยในแต่ละหัวข้อ ดังนี้

1. การส่งเสริมกับโครงการเดิมขององค์กร (Project synergies) หมายถึงความเหมาะสมระหว่างโครงการที่พิจารณากับโครงการเดิมที่องค์กรดำเนินการอยู่ตลอดจนถึงระดับความสามารถในด้านต่างๆ ขององค์กร โดยพิจารณาแยกเป็น

- การส่งเสริมกับสายผลิตภัณฑ์เดิม
- ความสามารถในการส่งเสริมกับความชำนาญด้านการตลาด
- ความสามารถในการส่งเสริมกับความชำนาญด้านวิศวกรรม
- ความสามารถในการส่งเสริมกับความชำนาญด้านการผลิต

2. ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านต่างๆ ขององค์กร เช่น ด้านวิศวกรรม การผลิต การขายและการตลาด การวิจัยตลาด ตลอดจนถึงการบริหารโครงการ

3. แหล่งเทคโนโลยี แหล่งของเทคโนโลยีเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากกับความ สำเร็จหรือล้มเหลวของผลิตภัณฑ์เนื่องจากเทคโนโลยีที่ได้จากแหล่งที่ต่างกันย่อมมีความเสี่ยงไม่เท่ากัน โดยปกติแหล่งของเทคโนโลยีมักมาจากการดึงตัวผู้เชี่ยวชาญจากองค์กรอื่น การซื้อสิทธิบัตร การพัฒนาจากโครงการเก่า หรือจากสถาบันการศึกษา

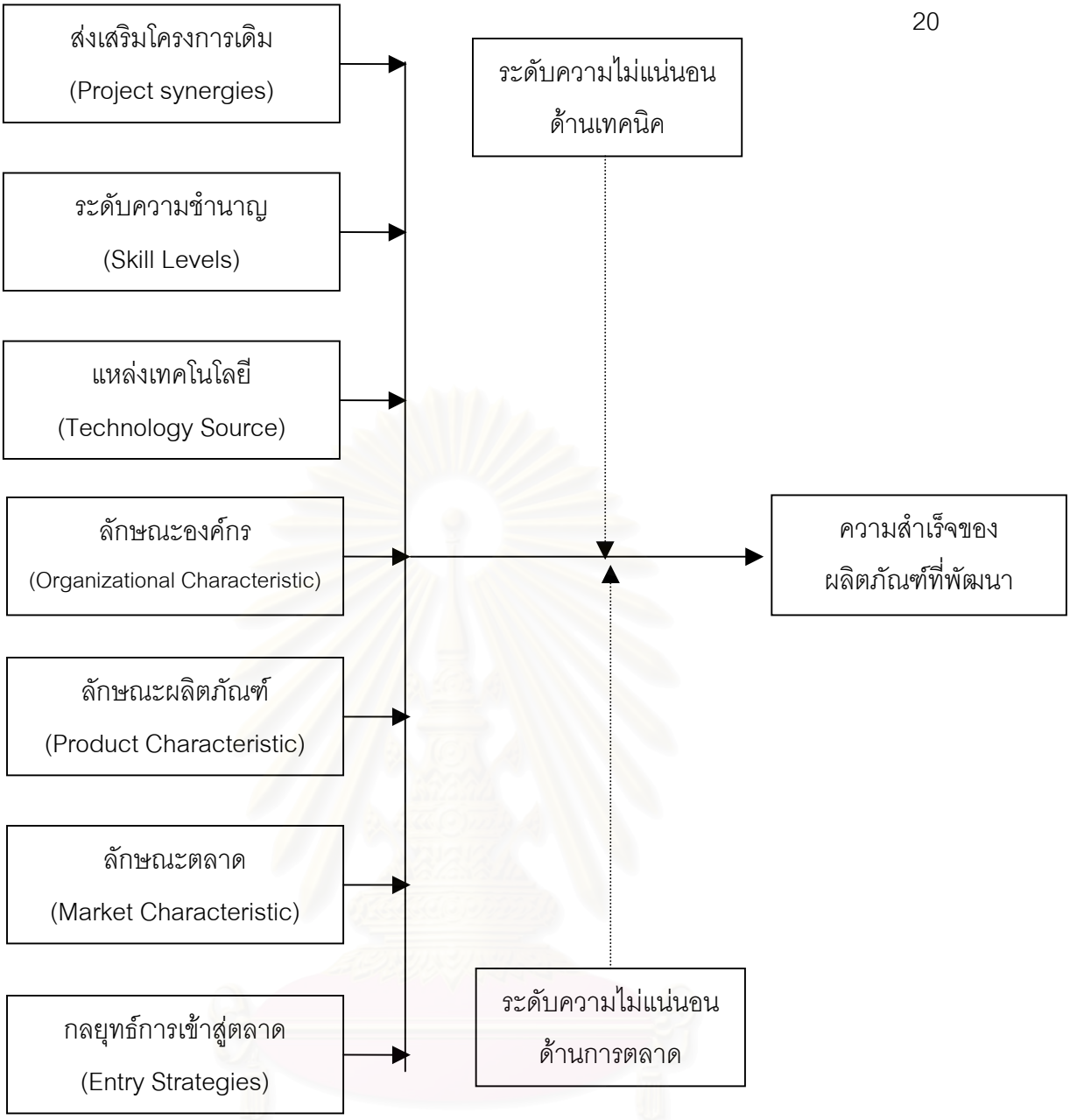
4. ลักษณะองค์กร ประกอบไปด้วยสิ่งที่ต้องพิจารณาต่อไปนี้

- การทำงานร่วมกันระหว่างบุคลากรจากหน่วยต่างๆ ในองค์กร
- ความเอาใจใส่ของผู้บริหารระดับสูงในเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์
- ระดับอิทธิพลของผลิตภัณฑ์ที่ทุกคนคิดว่าจำเป็นต้องพัฒนาโดยไม่คำนึงถึงความเหมาะสมอย่างเพียงพอ

5. ลักษณะผลิตภัณฑ์ พิจารณาจาก

- คุณภาพของผลิตภัณฑ์
- การที่ผลิตภัณฑ์มีจุดเด่นเฉพาะตัว (Unique Features)
- ความสามารถในการแข่งขันในตลาดที่ต้องการ
- ต้นทุนการผลิตและการจัดจำหน่าย
- ความต้องการการสนับสนุนด้านการบริการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.3 แบบจำลองพื้นฐานแสดงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนา
(แปลและดัดแปลงจาก Yap and Souder (1994))

6. ลักษณะตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามีสภาพอย่างไร โดยต้องคำนึงถึง

- ความต้องการของลูกค้า
- ช่วงอายุของผลิตภัณฑ์ในตลาด (ช่วงแนะนำ ช่วงเจริญเติบโต ช่วงอิ่มตัว หรือ ช่วงปรับตัวลดลง)
- อัตราเจริญเติบโตของตลาด

- คู่แข่งขันซึ่งต้องพิจารณาทั้งในแง่จำนวน และความสามารถในการแข่งขัน

7. กลยุทธ์ในการเข้าสู่ตลาด ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมานั้นสมควรใช้กลยุทธ์ใดในการเข้าสู่ตลาด เช่น ราคา ตำแหน่งผลิตภัณฑ์ หรือช่องทางการจัดจำหน่าย

สุดาดวง เรืองรุจิระ (2538) กล่าวว่า การกลั่นกรองความคิดเพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์มีปัจจัยหลักๆ ที่ต้องพิจารณา 4 ประการ คือ

1. โอกาสทางการตลาด (Market Opportunity) จะต้องมีการศึกษาถึงตลาดเป้าหมาย ขนาดของตลาด ความต้องการ สภาพการแข่งขันในตลาด ระยะเวลาที่ใช้ในการพิจารณา ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาโดยประมาณ อัตราผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับความเป็นไปได้ในการสนองความต้องการของลูกค้า

2. ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของกิจการ (Company's objectives) โดยต้องพิจารณาว่า องค์กรนั้นมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างไร เช่น ผลิตภัณฑ์แบบนวัตกรรม ปรับปรุงหรือเลียนแบบ นอกจากนั้นต้องพิจารณาวัตถุประสงค์อื่นๆ เช่น การสร้างยอดขาย การทำกำไร การสร้างภาพพจน์ให้องค์กร เป็นต้น

3. ความพร้อมด้านทรัพยากรกิจการ (Resources) ซึ่งต้องพิจารณาในหัวข้อต่อไปนี้

- ความสามารถในการลงทุนเพิ่มทั้งในด้านการเงิน กำลังคน วัตถุดิบ ค่าใช้จ่ายด้านการตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่จะดำเนินการพัฒนาขึ้นมา
- กิจการมีกำลังการผลิตเพียงพอหรือไม่ ณ ปัจจุบัน
- กิจการมีความรอบรู้เกี่ยวกับการตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่เพียงใด
- กิจการมีความพร้อมด้านการจัดจำหน่ายเพียงไร

4. ความได้เปรียบในการแข่งขันกับผลิตภัณฑ์อื่น เนื่องจากอาจมีผลิตภัณฑ์อื่นในตลาดที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เหมือนกับผลิตภัณฑ์ที่กิจการกำลังพิจารณาอยู่ จึงต้องทำการประเมินค่าของความคิดใหม่ในเชิงเปรียบเทียบ เช่น ด้านคุณภาพ สมรรถนะ ต้นทุน เป็นต้น

นอกจากนี้ยังต้องทำการประเมินหรือคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมภายนอกองค์กร กล่าวคือ

1. การเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจ เนื่องจากปกติอำนาจการซื้อมักลดลงถ้าเศรษฐกิจอยู่ในสภาพที่ซบเซา

2. การเปลี่ยนแปลงด้านการเมือง เช่น การเปลี่ยนแปลงจากการปกครองจากการปฏิวัติอาจทำความเสียหายต่อกิจการได้

3. ปฏิกิริยาจากคู่แข่งขัน เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์มาแข่งขัน ลดราคาผลิตภัณฑ์เดิม การกีดกั้นช่องทางการจัดจำหน่าย

Meredith J. (1992) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณาในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับพัฒนาเป็นประเด็นหลัก ดังนี้

1. ความเหมาะสม ผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาขึ้นมาเหมาะสมกับความต้องการของตลาดเป้าหมายมากน้อยเพียงใดตลอดจนถึงมีส่วนช่วยส่งเสริมผลิตภัณฑ์ปัจจุบันของกิจการอย่างไร เพิ่มศักยภาพด้านการแข่งขันอย่างไร

2. วัตถุดิบ วัตถุดิบที่เลือกใช้ในการผลิตสินค้ามีผลอย่างไรกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ เช่น ช่วยเพิ่มความแข็งแรงเพิ่มอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ ต้องการวัตถุดิบที่มีคุณภาพสูงมากหรือไม่

3. แรงงาน ความต้องการด้านความชำนาญของแรงงาน เนื่องจากถ้าผลิตสินค้าที่เป็นนวัตกรรมย่อมมีความจำเป็นต้องมีการฝึกอบรมให้พนักงานเป็นอย่างดี แต่สำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทราคาถูกแต่ผลิตปริมาณมากๆ ความต้องการแรงงานที่มีความชำนาญงานย่อมลดลง

4. อุปกรณ์ อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการผลิตเป็นอย่างไร เช่น ถ้าผลิตสินค้าจำนวนมาก (mass product) อุปกรณ์การผลิตแบบอัตโนมัติ มักได้รับความนิยมมากกว่าอุปกรณ์ ที่มีความยืดหยุ่นสูงซึ่งนิยมใช้กับสินค้าที่ผลิตตามความต้องการของลูกค้าแต่ละราย

5. กระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมาต้องใช้กระบวนการผลิตอย่างไร ถ้ากิจการมีความรู้ความเข้าใจกระบวนการผลิตเป็นอย่างดีย่อมส่งผลดีต่อการผลิต และการควบคุมต้นทุนการผลิต

6. การเงิน ผลิตภัณฑ์ที่จะผลิตต้องการเงินลงทุนเท่าไร และให้ผลตอบแทนต่อกิจการเป็นอย่างไร โดยปกติจะพิจารณาถึงผลตอบแทนการลงทุน (Return on investment)

นอกจากนี้ยังกล่าวถึงหลักการที่ใช้ในการเลือกผลิตภัณฑ์ว่าผลิตภัณฑ์ใดสมควรได้รับความสำคัญก่อนหลังโดยพิจารณาแยกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ด้านเศรษฐศาสตร์ พิจารณาในเรื่องของจุดคุ้มทุน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ณ ปัจจุบันว่ามีความคุ้มทุนอยู่ในสถานะที่กิจการพึงพอใจหรือไม่

2. ด้านการตลาด พิจารณาในเรื่อง ความต้องการของลูกค้า ปฏิกิริยาของลูกค้าและคู่แข่งต่อผลิตภัณฑ์ ความต้องการด้านการส่งเสริมการขาย ความต้องการด้านปริมาณในตลาด การมีส่วนส่งเสริมผลิตภัณฑ์เดิมในตลาด ความสามารถในการแข่งขันของคู่แข่งขัน ราคาที่สมควรจะเป็นในมุมมองของลูกค้า สมรรถภาพของผลิตภัณฑ์ ความน่าเชื่อถือ คุณภาพของสินค้า

3. ด้านกิจการ พิจารณาในเรื่องที่ว่าผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาใหม่ขึ้นมาส่งผลกระทบอะไรบ้างต่อกิจการในสถานะปัจจุบัน

4. ด้านลักษณะของผลิตภัณฑ์

- หน้าที่การใช้งานผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบต้องตรงกับความต้องการใช้งานของลูกค้า เช่น โทรทัศน์ต้องมีภาพ มีเสียง เป็นต้น
- ต้นทุน หมายถึง ต้นทุนรวมทั้งหมดในการผลิตและจำหน่ายต้องไม่เกินราคาที่ตลาดกำหนดหักออกจากกำไรที่องค์กรต้องการ
- ขนาดและรูปร่าง ต้องสอดคล้องกับหน้าที่การใช้งานและตลาดยอมรับ
- ความสวยงามสำหรับผลิตภัณฑ์บางประเภท เช่น งานศิลปะถือว่าความสวยงามเป็นหน้าที่การใช้งานอันหนึ่ง
- คุณภาพ คุณภาพของสินค้าต้อพอเหมาะ เนื่องจากถ้าสินค้ามีคุณภาพดีเกินไป หมายถึงต้นทุนที่เกินความจำเป็น แต่ถ้าสินค้ามีคุณภาพต่ำจะทำให้ความต้องการที่จะซื้อจากลูกค้าลดลง
- ความน่าเชื่อถือ ผลิตภัณฑ์ต้องสามารถใช้งานได้ดีในระยะเวลาที่กำหนดโดยไม่เกิดการเสียหายภายใต้สถานภาพการใช้งานที่กำหนด
- ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผลิตภัณฑ์ต้องไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

- ความสามารถในการผลิต ผลิตภัณฑ์ต้องผลิตได้ง่ายและรวดเร็ว

นอกจากนี้ยังได้แนะนำตารางสำหรับการประเมินผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาในภาพรวม ดังตารางที่ 2.1 โดยที่การประเมินแบ่งออกเป็น 4 หัวข้อหลัก คือ หมวดทั่วไป ด้านการตลาด ด้านเศรษฐกิจ ด้านการผลิต

Kotler (1997) ได้กล่าวว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับปัจจัยและสาเหตุดังนี้

1. สาเหตุที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาล้มเหลว มีสาเหตุหลักดังนี้

1.1 ผู้บริหารระดับสูงในองค์กรผลักดันแนวความคิดของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ เหมาะสมออกสู่ตลาด

1.2 ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ไม่มากเพียงพอเหมือนที่ประมาณการ

1.3 ผลิตภัณฑ์ออกแบบมาไม่เป็นไปตามความต้องการของตลาด

1.4 ผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดในจังหวะที่ไม่เหมาะสมกับสภาพตลาด (Product Positioning)

1.5 ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สูงกว่าที่คาดการณ์ ทำให้ไม่ได้รับการสนับสนุนต่อไปจากผู้บริหาร

1.6 คู่แข่งในตลาดมีปฏิกิริยาตอบโต้มากกว่าที่คาดการณ์

1.7 ผลิตภัณฑ์มีวงจรชีวิตที่สั้นเกินไป

2. สาเหตุที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาประสบความสำเร็จดังนี้

2.1 ผลิตภัณฑ์ที่มีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์อื่นในตลาดอย่างเด่นชัด เช่น มีคุณภาพสูงกว่า มีคุณค่าในการใช้งานมากกว่า เป็นต้น

2.2 ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์สูงกว่าคู่แข่งขันในตลาด

2.3 สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าอย่างดี

ตารางที่ 2.1 ปัจจัยที่ต้องประเมินในภาพรวมสำหรับคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา

(แปลและดัดแปลงจาก Meredith (1992))

หัวข้อที่ทำการตรวจสอบ	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
(1) หมวดทั่วไป				
1.1) เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ระยะยาวขององค์กร				
1.2) เพิ่มจุดแข็งให้องค์กร				
1.3) ได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหาร				
1.4) ใช้ประโยชน์จากประสบการณ์ขององค์กร				
(2) ด้านการตลาด				
2.1) ความต้องการของตลาด				
2.2) ความสามารถในการแข่งขันในตลาด				
2.3) แนวโน้มการเจริญเติบโตในตลาด				
2.4) ความสามารถในการส่งเสริมกับผลิตภัณฑ์เดิม				
(3) ด้านเศรษฐศาสตร์				
3.1) ต้นทุน				
3.2) ราคาขาย				
(4) การผลิต				
4.1) กำลังการผลิตที่สามารถผลิตได้				
4.2) ราคาและการจัดหาวัตถุดิบมาผลิต				
4.3) ความรู้ความสามารถทางวิศวกรรม (Know-how)				

2.4 มีการวิเคราะห์และกำหนดแนวความคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ในด้านกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย ความต้องการผลิตภัณฑ์ และผลกำไรที่คาดว่าจะได้รับเป็นระบบและถูกต้อง

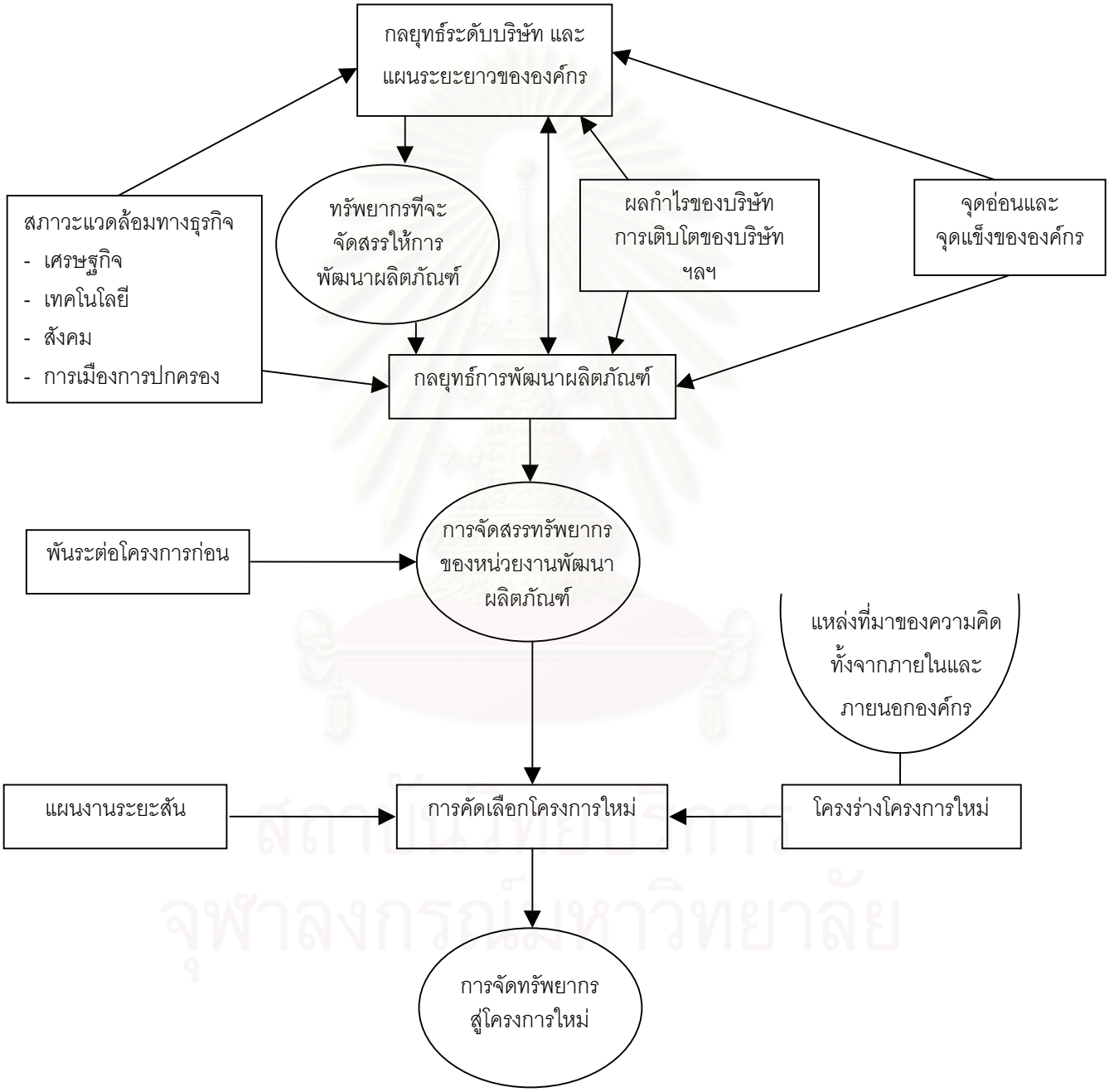
2.5 มีการแนะนำผลิตภัณฑ์ก่อนคู่แข่งขัน

2.6 ส่งเสริมกับเทคโนโลยีของกิจการ (Technology synergy)

2.7 ส่งเสริมกับตลาดปัจจุบันของกิจการ (Marketing synergy)

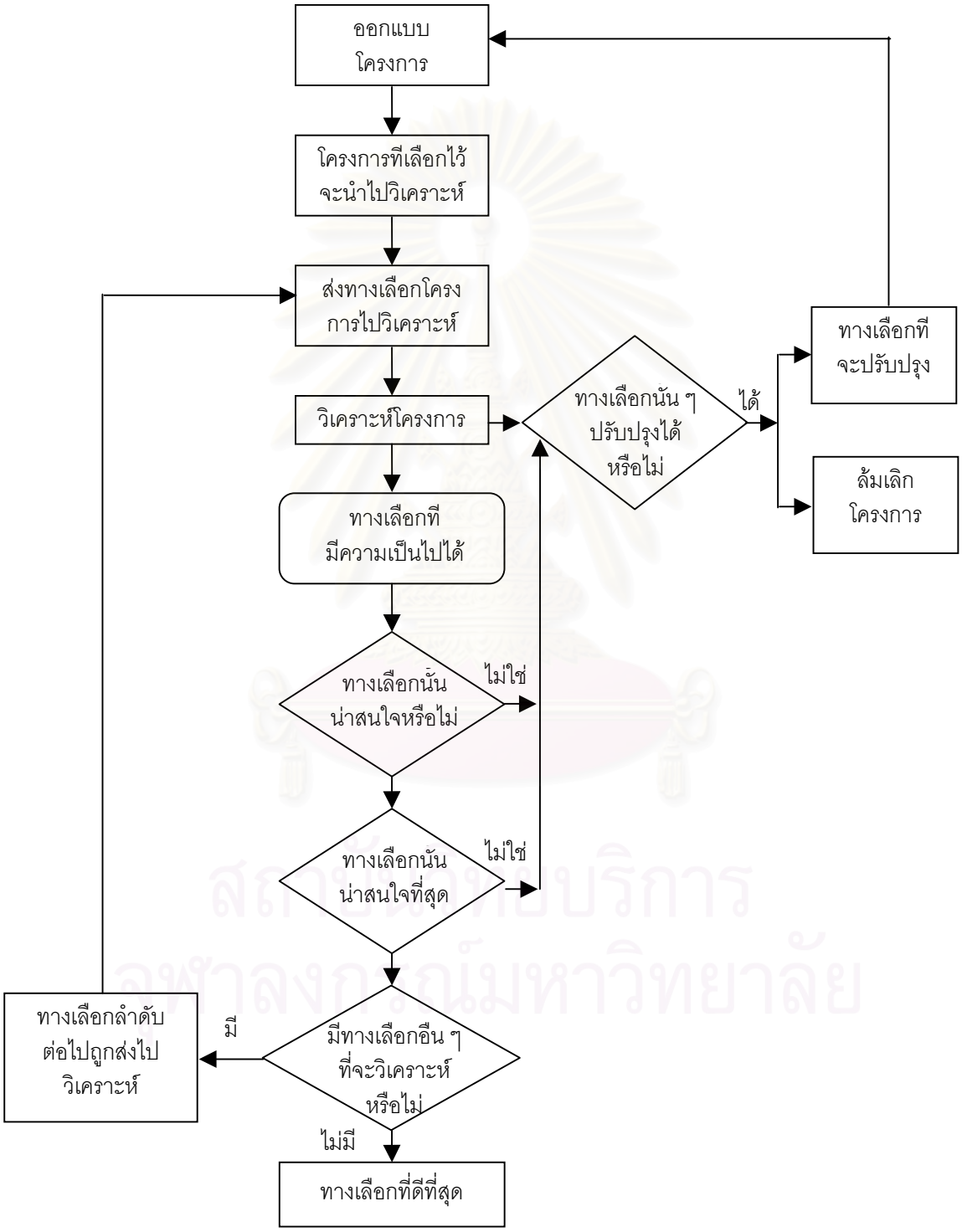
2.2 งานเขียนเกี่ยวกับกระบวนการและเทคนิควิธีการสำหรับคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา

Murthy (1999) กล่าวถึง กระบวนการตัดสินใจในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ดังรูปที่ 2.4



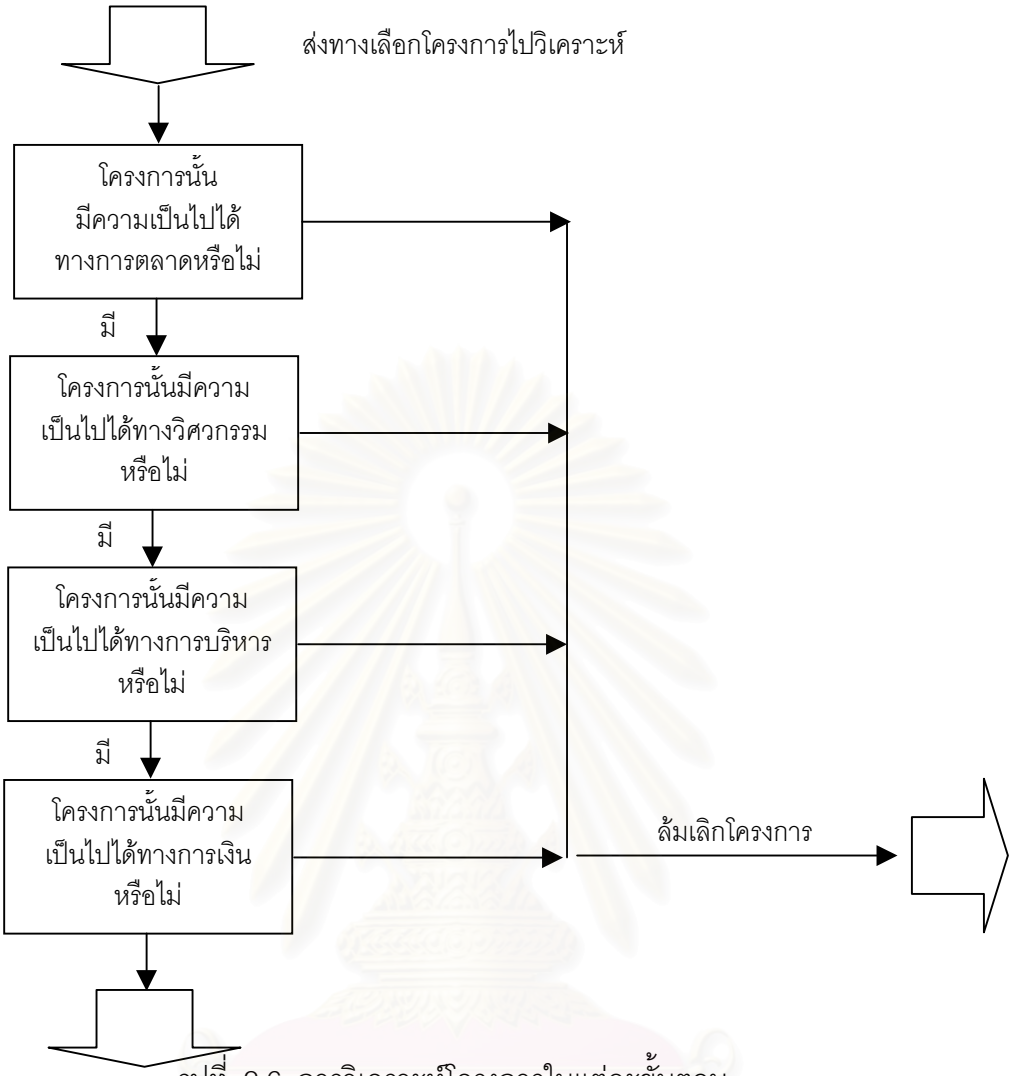
รูปที่ 2.4 กระบวนการตัดสินใจสำหรับการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา
(แปลและดัดแปลงจาก Murthy (1999))

จันทนา จันทโร และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ (2540) ให้ข้อแนะนำในหลักการเบื้องต้นของกระบวนการวิเคราะห์โครงการ ดังรูปที่ 2.5 และการวิเคราะห์โครงการในแต่ละขั้นตอน ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 หลักการเบื้องต้นของกระบวนการวิเคราะห์โครงการ

(จันทนา และศิริจันทร์ (2540))



รูปที่ 2.6 การวิเคราะห์โครงการในแต่ละขั้นตอน
(เฉพาะโครงการเอกชนที่โครงการมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ยอมรับได้)
(จันทนา และศิริจันทร์ (2540))

Goodwin and Wright (1991) ได้กล่าวในหนังสือ Decision Analysis for Management Judgment ถึงกระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจในกรณีที่มีวัตถุประสงค์ที่ต้องบรรลุหลายหัวข้อ ไว้ดังนี้

1. การหาและกำหนดผู้ตัดสินใจ
2. การหาและกำหนดทางเลือกสำหรับการตัดสินใจ
3. การหาและกำหนดปัจจัยที่ต้องพิจารณาที่มีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์
4. กำหนดน้ำหนักคะแนนสำหรับปัจจัยนั้น ๆ

5. ประเมินศักยภาพของทางเลือกด้วยการให้คะแนนของทางเลือกในแต่ละปัจจัยที่พิจารนา

6. วิเคราะห์ความไวในกรณีที่ปัจจัยมีความเปลี่ยนแปลงจากที่คาดการณ์ไว้แล้วทางเลือกต่าง ๆ จะมีระดับคะแนนรวมเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใด

7. ดำเนินการตัดสินใจโดยผู้ตัดสินใจ

Dyer and Forman (1991) กล่าวว่า มีเทคนิคที่สร้างขึ้นมาโดย ศาสตราจารย์โทมัส สาตตี้ (Thomas Saaty) ชื่อว่า Analytic Hierarchy Process (AHP) ใช้สำหรับสนับสนุนการตัดสินใจในกรณีที่การตัดสินใจนี้ต้องการบรรลุวัตถุประสงค์หลายวัตถุประสงค์ โดยมีโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการประยุกต์ใช้ AHP 5 ประเภท คือ

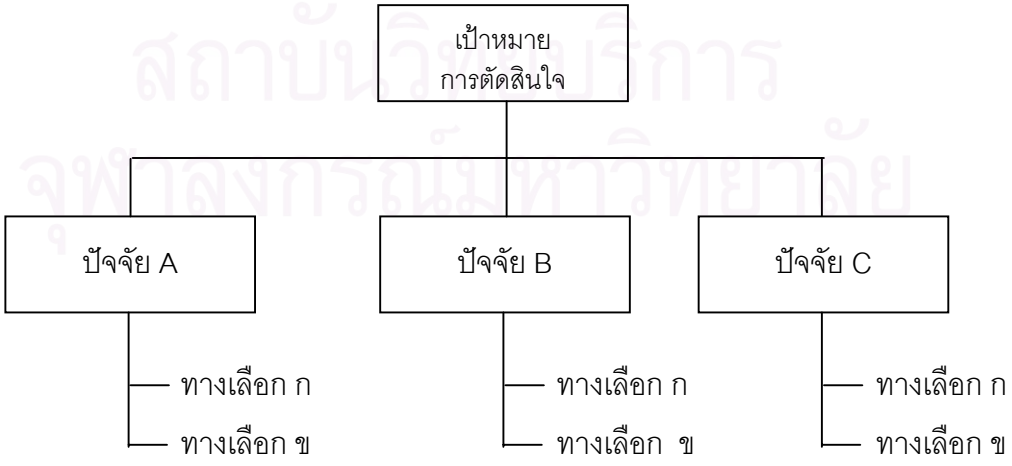
ประเภทที่ 1 เป้าหมายการตัดสินใจ วัตถุประสงค์หรือปัจจัยที่พิจารณา ทางเลือกที่ต้องการพิจารณาดังแสดงในรูปที่ 2.7

ประเภทที่ 2 เป้าหมายการตัดสินใจ วัตถุประสงค์หรือปัจจัยหลักที่พิจารณา วัตถุประสงค์หรือปัจจัยรองที่พิจารณา ทางเลือกที่ต้องการพิจารณา

ประเภทที่ 3 เป้าหมายการตัดสินใจ วัตถุประสงค์หรือปัจจัยหลักที่พิจารณา วัตถุประสงค์หรือปัจจัยรองที่พิจารณา ความไม่แน่นอนหรือสถานการณ์ต่างๆที่ต้องการพิจารณา ทางเลือกที่พิจารณา

ประเภทที่ 4 เป้าหมายการตัดสินใจ ผู้ตัดสินใจ วัตถุประสงค์หรือปัจจัยหลักที่พิจารณา ทางเลือกที่ต้องการพิจารณา

ประเภทที่ 5 เป้าหมายการตัดสินใจ วัตถุประสงค์หรือปัจจัยที่พิจารณา ระดับคะแนนที่ได้ (Level of Intensities) ทางเลือกที่ต้องการพิจารณา



รูปที่ 2.7 ระดับโครงสร้างพื้นฐานสำหรับประเภทที่ 1

(แปลและดัดแปลงจาก Dyer and Forman (1991))

วิฑูรย์ ตันศิริคงคล (2542) กล่าวว่าขั้นตอนการตัดสินใจที่มีเหตุผลที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วโลกประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน คือ

1. ให้คำจำกัดความประเด็นของปัญหา หมายถึง ผู้ตัดสินใจต้องเข้าใจปัญหาการตัดสินใจอย่างถ่องแท้ หรือต้องทราบเป้าหมายของการตัดสินใจอย่างชัดเจน และอยู่ในสมมติฐานที่ถูกต้องไม่ลำเอียง

2. กำหนดปัจจัยหรือกฎเกณฑ์ในการตัดสินใจ

3. วินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยหรือเกณฑ์ในการตัดสินใจ เนื่องจากปัจจัยแต่ละปัจจัยย่อมมีความสำคัญไม่เท่ากันในแต่ละสถานการณ์ที่ทำการตัดสินใจ ดังนั้น เพื่อที่จะสามารถทราบถึงความสำคัญของแต่ละปัจจัยจึงต้องมีการเปรียบเทียบกันในแต่ละคู่ปัจจัยเพื่อให้สมเหตุผลมากขึ้น

4. การกำหนดทางเลือกเป็นการกำหนดหาแนวทางปฏิบัติเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการตัดสินใจ

5. การจัดอันดับทางเลือกภายใต้ปัจจัยการตัดสินใจ

6. พิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุด หรือจัดลำดับทางเลือกตามความสำคัญ โดยอาศัยหลักการนำเอาระดับคะแนนของแต่ละทางเลือกมาคูณกับน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่พิจารณาอยู่ โดยคะแนนรวมที่ได้หลังจากพิจารณาจนครบทุกปัจจัย คือ ค่าลำดับความสำคัญโดยรวมของทางเลือกนั้นเอง

ปัจจุบันมีการพัฒนากระบวนการแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) เป็นกระบวนการตัดสินใจที่ใช้หลักการทั้ง 6 ขั้นที่ระบุไว้ข้างต้นเป็นส่วนประกอบ โดยแบ่งองค์ประกอบของปัญหาทั้งหมดออกเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วจัดทำให้อยู่ในรูปแผนภูมิตามลำดับชั้น หลังจากนั้นกำหนดค่าของการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ และนำมาคำนวณเพื่อดูว่าปัจจัยและทางเลือกอะไรมีค่าลำดับความสำคัญสูงที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้กระบวนการแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) ในวงการอุตสาหกรรม

ชัชวาล ตันตระกูล (2539) ได้นำกระบวนการแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ไปประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกผู้ป้อนชิ้นส่วนรถยนต์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดโดยแบ่งปัจจัยที่ต้องพิจารณาเป็น 4 หมวดใหญ่ คือ หมวดการจัดการคุณภาพ หมวดขีดความสามารถ หมวดการเงิน และหมวดพลาธิการ/การจัดส่ง โดยมีการประมวลผลการตัดสินใจด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice ซึ่งผลการใช้งานพบว่า สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบรายละเอียดสภาพความเป็นจริงของผู้ป้อนชิ้นส่วนตัวถังรถยนต์ได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถสังเกตเห็นจุดบกพร่องและนำไปปรับปรุงโรงงานผู้ป้อนชิ้นส่วนรถยนต์ได้อีกประการหนึ่ง

Natarino (อ้างอิงโดย www.expertchoice.com ,2000) ได้นำกระบวนการแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ไปประยุกต์ใช้ในการประเมินผลด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์เหล็กสำหรับเปรียบเทียบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขององค์กร กับผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งขันว่า ลูกค้าให้น้ำหนักความสำคัญอย่างไร และผลิตภัณฑ์ขององค์กรสามารถแข่งขันกับผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งได้หรือไม่ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาหัวข้อที่ต้องนำมาปรับปรุง

Simpson (อ้างอิงโดย www.expertchoice.com ,2000) ได้นำกระบวนการแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) มาประยุกต์ใช้ในการหาสัดส่วนการลงทุนสำหรับอุตสาหกรรมหุ่นยนต์กับอุตสาหกรรมระบบควบคุมอัตโนมัติว่า บริษัทสมควรจะลงทุนในสัดส่วนเท่าใดในแต่ละอุตสาหกรรม

Giangrande (อ้างอิงโดย www.expertchoice.com ,2000) ได้นำกระบวนการแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) มาประยุกต์ใช้ในการหาเส้นทางตัดถนนที่ดีที่สุด หากมีการประเมินผลในเรื่องเศรษฐศาสตร์ สังคม การเงิน สิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยา มานุษยวิทยา

ทั้งหมดที่กล่าวมาเป็นเพียงตัวอย่างการนำกระบวนการแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) มาใช้ในการประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจ จะเห็นว่ากระบวน

การดังกล่าวสามารถใช้ในการแก้ปัญหาด้านการตัดสินใจได้ในหลายๆด้าน เนื่องจากเป็นหลักการที่ง่าย ไม่ซับซ้อน และสามารถทำให้เห็นเป้าหมายและปัจจัยที่ต้องพิจารณาอย่างชัดเจนว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

2.4 บทสรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้มีการพัฒนาแนวความคิดอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาเนื่องจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นกลยุทธ์ที่สำคัญในการดำเนินธุรกิจในยุคปัจจุบันและในอนาคต ดังนั้นปัจจัยที่ต้องพิจารณาตลอดจนกระบวนการในการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์มาพัฒนาย่อมมีหลากหลายรูปแบบตามแนวความคิด หรือประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน จุดสำคัญ คือ จะสามารถนำมาดัดแปลงปรับปรุงให้เหมาะสมกับการดำเนินธุรกิจขององค์กรได้อย่างไรเพื่อให้องค์กรได้ประโยชน์สูงสุดในการดำเนินกิจกรรมทางธุรกิจโดยมีความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ตลอดจนสามารถชี้ข้อบกพร่องหรือข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ที่จะดำเนินการพัฒนานั้นได้อย่างถูกต้องเพื่อปรับปรุงแนวความคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นั้นให้ถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น

แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จะเห็นว่าการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนานั้นมีปัจจัยที่ต้องพิจารณาจำนวนมากและมีโครงสร้างที่ซับซ้อน ทำให้ผู้ตัดสินใจมีความยากลำบากในการวิเคราะห์หาทางเลือกหรือผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมในการพัฒนา เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของผู้ตัดสินใจมากที่สุด แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนากระบวนการตัดสินใจที่มีปัจจัยที่ต้องพิจารณาจำนวนมากและมีโครงสร้างซับซ้อนให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการวิเคราะห์และเป็นกระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน คือ กระบวนการแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ซึ่งเป็นกระบวนการตัดสินใจที่ตั้งอยู่บนหลักตรรกศาสตร์ โดยที่กระบวนการแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) มีข้อดีหลายประการ เช่น

1. สามารถแสดงเป็นหมายการตัดสินใจและปัจจัยที่ต้องพิจารณาในโครงสร้างที่ชัดเจน

2. สามารถเปลี่ยนความรู้สึกและประสบการณ์ของผู้ตัดสินใจในเชิงคุณภาพให้เป็นจริงเชิงตัวเลข

3. สามารถคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแต่ละปัจจัย และสามารถตรวจสอบความสอดคล้องของการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

ดังนั้นในปัจจุบันกระบวนการตัดสินใจดังกล่าวได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลายอุตสาหกรรมในประเทศไทย เช่น การเลือกผู้ป้อนชิ้นส่วนรถยนต์ การเลือกเส้นทางตัดถนน เป็นต้น ดังนั้นกระบวนการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา จึงสามารถนำกระบวนการแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) มาประยุกต์ใช้เพื่อให้การตัดสินใจในการเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นไปอย่างสมเหตุสมผลและรอบคอบได้เช่นเดียวกัน

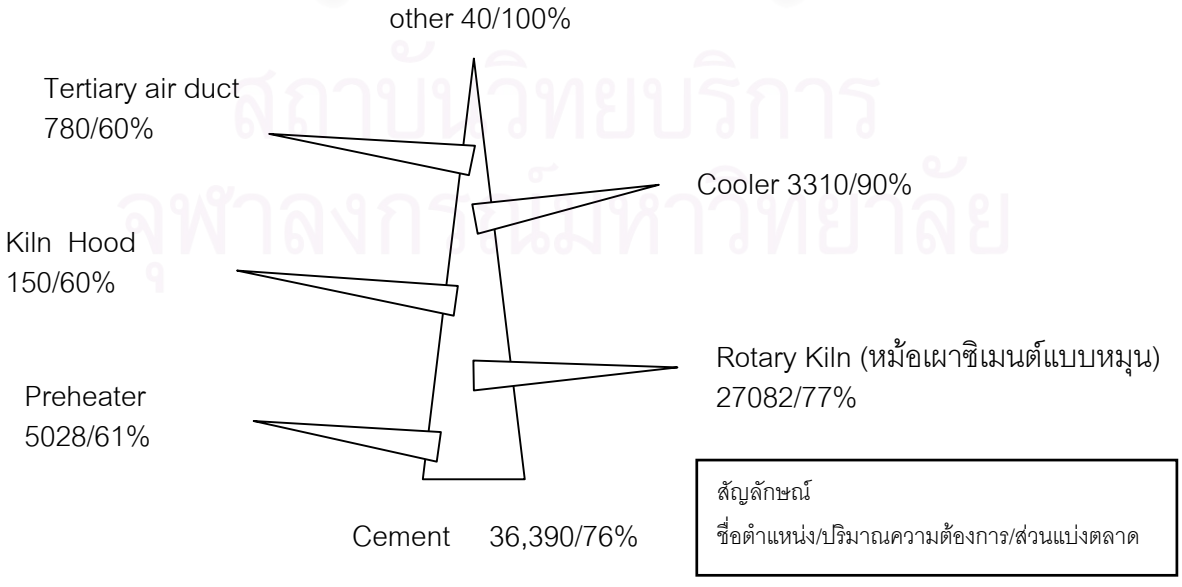
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
การศึกษาระบบการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ สำหรับการพัฒนาขององค์กรกรณีศึกษาในอดีต

การเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาในองค์กรกรณีศึกษา อยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กร ซึ่งประกอบด้วยผู้บริหารระดับสูงขององค์กรจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ หน่วยงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ฝ่ายโรงงาน ฝ่ายการตลาด ส่วนส่งเสริมการผลิต เป็นต้น โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์มุ่งเน้นไปที่การศึกษาส่วนแบ่งทางการตลาดและผลกำไรในรูปตัวเงินที่องค์กรได้รับ โดยมีโครงสร้างและขั้นตอนในการปฏิบัติงานในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา ดังนี้

3.1 การระบุส่วนตลาดที่ต้องการ (Market segment)

สำหรับการระบุส่วนตลาดที่ต้องการ องค์กรในกรณีศึกษา สามารถระบุความต้องการของส่วนตลาดที่องค์กรต้องการนำผลิตภัณฑ์เข้าตลาด จากการใช้แผนผังต้นไม้ (Tree diagram) เพื่อวิเคราะห์หา ปริมาณความต้องการของตลาดเทียบกับส่วนแบ่งตลาดขององค์กรในช่วงเวลานั้น เรียงตามกระบวนการผลิตหรือตำแหน่งที่ใช้วัสดุทนไฟในกระบวนการผลิตของลูกค้า ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังต้นไม้แสดงตำแหน่งที่ใช้วัสดุทนไฟในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์

การระบุส่วนการตลาดที่บริษัทต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันนั้นมีปัจจัยใช้พิจารณา 2 ประการคือ ปริมาณความต้องการของตลาด กับ ส่วนแบ่งทางการตลาดในปัจจุบันขององค์กร โดยคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์จะมีการพิจารณาเป็นสัญลักษณ์คือ O หมายถึง น่าสนใจในการปรับปรุงหรือต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์กับ X หมายถึง ไม่สนใจในการปรับปรุงหรือ คงรักษาระดับมาตรฐานเดิม ซึ่งหากผลการประเมินมีจำนวนเครื่องหมาย O มากกว่าเครื่องหมาย X ณ ตำแหน่งใด ตำแหน่งนั้นจะได้รับการพิจารณาให้ดำเนินการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาในขั้นต่อไป ดังตารางที่ 3.1

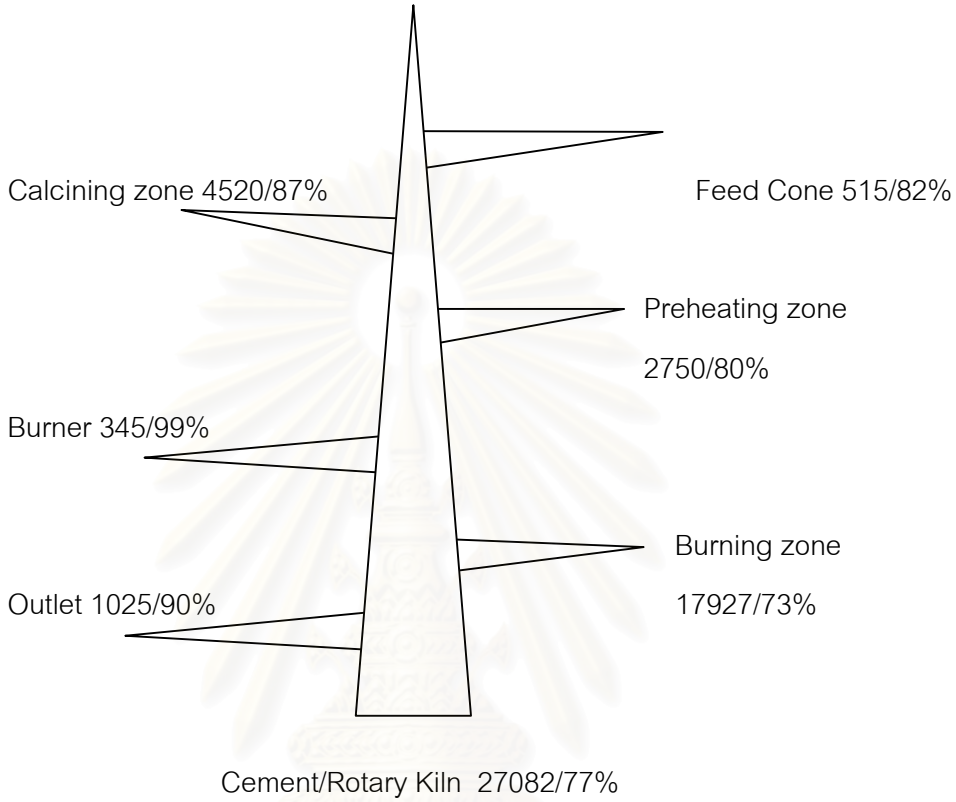
ตารางที่ 3.1 ผลการประเมินการพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในส่วนตลาดที่ต้องการ

ปัจจัย	ตำแหน่งในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์					
	A	B	C	D	E	F
1) ปริมาณความต้องการในตลาด	X	X	X	X	X	O
2) ส่วนแบ่งทางการตลาดในปัจจุบัน	O	O	O	X	X	O
รวม (O/X)	1/1	1/1	1/1	0/2	0/2	2/0*

A = Pre-heater
B = Kiln Hood
C = Tertiary Air Duct
D = Others
E = Cooler
F = Rotary Kiln (หม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน)

จากผลการประเมินพบว่าในส่วนหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน เป็นส่วนตลาดที่องค์กรสมควรพิจารณาให้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือพัฒนาวิธีการทางการตลาด เพื่อเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาดให้กับองค์กร แต่เนื่องจากในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน นั้นยังสามารถแบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อยได้อีกโดยที่ในแต่ละส่วนย่อยนั้นใช้วัสดุทนไฟต่างชนิดกัน ดังนั้นองค์กรในกรณี

ศึกษาจึงดำเนินการตามขั้นตอนเดิมคือจัดทำแผนผังต้นไม้ และประเมินปัจจัยเหมือนในตอนต้น สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.2 และตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนผังต้นไม้แสดงตำแหน่งที่ใช้วัสดุทนไฟในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน

ตารางที่ 3.2 ผลการประเมินวัสดุทนไฟตามตำแหน่งในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน

ปัจจัย	ตำแหน่งในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์					
	Burner	Outlet	Feedcone	Preheating	Calcining	Burning
1) ปริมาณความต้องการในตลาด	X	X	X	O	O	O
2) ส่วนแบ่งทางการตลาด	X	X	X	X	X	O
รวม (O/X)	0/2	0/2	0/2	1/1	1/1	2/0*

จากการประเมินทางองค์กรในกรณีศึกษาที่ทำกิจกรรมทางการตลาดในส่วน Burning ในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน โดยต้องการจะเพิ่มส่วนแบ่งการตลาดในส่วนตลาดที่ให้มากกว่าเดิม

3.2 การระบุความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

เนื่องจากการระบุส่วนตลาดในหัวข้อ 3.1 เน้นการที่จะเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาดที่ต้องการสามารถกระทำได้ 2 วิธีหลัก คือ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้สามารถแข่งขันได้มากขึ้น กับ การพัฒนาวิธีการทางการตลาด ซึ่งทางองค์กรในกรณีศึกษามีการพิจารณาเลือกแนวทางจากการพิจารณาปัจจัย 5 ปัจจัย คือ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ขององค์กร อายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ วิธีการติดตั้ง ช่วงอายุของผลิตภัณฑ์ และระยะเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยการพิจารณาจะทำเหมือนหัวข้อที่ 3.1 กล่าวคือ สามารถเลือกได้ 2 ทางเลือก คือ O หมายถึง น่าสนใจในการปรับปรุงหรือต้องการการพัฒนาผลิตภัณฑ์ กับ X หมายถึง ไม่น่าสนใจในการปรับปรุงหรือรักษาระดับมาตรฐานเดิม โดยมีกฎของการตัดสินใจคือ หากมีสัญลักษณ์ O มากกว่าสัญลักษณ์ X สมควรพัฒนาผลิตภัณฑ์ และมีผลการประเมินดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ผลการประเมินความต้องการการพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับ Burning ในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน

ปัจจัย	ผลการประเมิน
1. คุณภาพของผลิตภัณฑ์	O
2. อายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์	O
3. วิธีการติดตั้งใช้งาน	X
4. ช่วงอายุของผลิตภัณฑ์ (Product Life cycle)	O
5. ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์	X
รวม (O/X)	3/2

จากการประเมินผลดังกล่าวองค์กรในกรณีศึกษาตัดสินใจในการเลือกที่พัฒนาผลิตภัณฑ์ในส่วนตลาดนี้ (Burning Zone ในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน) เท่านั้น

3.3 วิธีการคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา

สำหรับการคัดเลือกผลิตภัณฑ์มาพัฒนาเพื่อให้สามารถเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาดได้นั้น มีปัจจัยสำหรับการคัดเลือกโครงการอยู่เพียง 2 ปัจจัย คือ คุณภาพ กับผลต่างระหว่างราคาขายกับต้นทุนผันแปร (% Contribution) เป็นหลัก โดยคุณภาพหมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เหมือนหรือคาดว่าจะสามารถใช้งานเทียบเท่ากับผลิตภัณฑ์ที่มาจากต่างประเทศ โดยพยายามพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเดียวกัน (ลอกเลียนแบบ) โดยการตัดสินใจในส่วนนี้มักเป็นไปตามความรู้สึกของผู้ตัดสินใจเป็นหลักไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอนตายตัวในการประเมินหรือในการเลือกผลิตภัณฑ์มาดำเนินการพัฒนา ทั้งในส่วนที่พัฒนาผลิตภัณฑ์เก่าและผลิตภัณฑ์ใหม่

3.4 ผลลัพธ์ของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในกระบวนการตัดสินใจในอดีต (พ.ศ. 2540-พ.ศ. 2542)

ผลจากการตัดสินใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในองค์กรกรณีศึกษาตามขั้นตอนขององค์กร (ปี พ.ศ. 2540-2541) ปรากฏว่า มีโครงการที่อนุมัติให้พัฒนา 6 โครงการ มีทั้งโครงการที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ และโครงการที่เป็นการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิมให้มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำลงโดยที่ผลของการนำผลิตภัณฑ์ออกจำหน่ายในตลาด ปรากฏว่าประสบความสำเร็จเพียง 1 โครงการ กล่าวคือ เป็นโครงการที่พัฒนาผลิตภัณฑ์ออกมาแล้วได้มีการนำไปทดลองใช้ในหม้อเผาของผู้ผลิตปูนซิเมนต์รายหนึ่งในประเทศ ผลปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมานั้นมีอายุใช้งานที่ยาวนานกว่าผลิตภัณฑ์ขององค์กรในอดีต จากการมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศ รวมทั้งสามารถขายได้เกินปริมาณเป้าหมายที่วางไว้ถึง 300 ตันในปี 2541 (สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ล้มเหลวนั้น หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมา เมื่อนำไปทดลองใช้ในหม้อเผาซิเมนต์แล้วอายุการใช้งานต่ำกว่าผลิตภัณฑ์เดิม หรือผลิตภัณฑ์นั้นเมื่อพัฒนาแล้วคู่แข่งขันได้ออกผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณสมบัติเหนือกว่าออกวางจำหน่ายในช่วงเวลาเดียวกันแต่ราคาไล่เลี่ยกันหรือต่ำกว่า) แต่ในปัจจุบัน (พ.ศ.2542) ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไม่สามารถทำกำไรให้กับองค์กรได้อีก เนื่องจากคู่แข่งขันพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเหมาะสมกับกระบวนการผลิตของลูกค้ามากกว่า ในขณะที่ราคาขายใกล้เคียงกัน ทำให้องค์กรต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายและโอกาสในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์มูลค่านับร้อยล้านบาทและส่วนแบ่งทางการตลาดขององค์กรมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องทุกปี นับตั้งแต่ปี พ.ศ.2539 อยู่ที่ 76% เหลือ 53% ในปี พ.ศ. 2542

3.5 บทวิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาในอดีต (พ.ศ. 2540-พ.ศ.2542)

จากกระบวนการตัดสินใจในการเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับองค์กรกรณีศึกษานั้น พบว่า ยังไม่สามารถคัดเลือกผลิตภัณฑ์มาพัฒนาที่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการบรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กรได้ เนื่องจากมีข้อด้อยหลายประการ ได้แก่

3.5.1 ปัจจัยที่พิจารณาไม่มีความชัดเจนเพียงพอ เช่น คุณภาพของผลิตภัณฑ์ กับอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นการประเมินผลอาจมีการซ้ำซ้อนกัน

3.5.2 ขาดมาตรฐานการประเมินผลถึงแม้ว่าจะมีเพียง 2 ระดับคือ น่าสนใจกับไม่น่าสนใจแต่ไม่มีการกำหนดว่า น่าสนใจคืออะไร และไม่น่าสนใจคืออะไร ในแต่ละปัจจัย ซึ่งอาจทำให้การประเมินผลบิดเบือนจากความจริง

3.5.3 ปัจจัยทุกปัจจัยมีระดับความสำคัญเท่ากัน ซึ่งอาจไม่เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมทางธุรกิจที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

3.5.4 ปัจจัยที่พิจารณานั้นยังไม่ครอบคลุมในบางประเด็นที่มีความสำคัญกับธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคปัจจุบัน เช่น ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีที่อาจเปลี่ยนแปลงในอนาคตทั้งส่วนของลูกค้าและองค์กร และผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนามีผลกระทบต่อยุทธศาสตร์ขององค์กร อย่างไร เช่น ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิต จำหน่ายผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ของบุคลากรในองค์กร เป็นต้น

3.5.5 ขาดการพยากรณ์ถึงวัสดุทนไฟที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีการผลิตในอนาคต ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาออกมาสู่ตลาดบางส่วนล้าสมัยอย่างรวดเร็ว

3.6 แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการตัดสินใจในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา

3.6.1 การพยากรณ์ความต้องการวัสดุทนไฟในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์และกระบวนการหลอมเหล็ก

การพยากรณ์ดังกล่าวทำเพื่อให้องค์กรกรณีศึกษาสามารถระบุได้ว่า ผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาไปสู่กลุ่มลูกค้านั้นต้องมีคุณสมบัติอย่างไร และยังคงเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ

อยู่หรือไม่ เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าในระยะ 5 ปี ต่อจากนี้ได้อย่างทันท่วงที

3.6.2 แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการตัดสินใจ

สำหรับแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการตัดสินใจในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาในองค์กรกรณีศึกษาทางผู้วิจัยได้เสนอให้ใช้กระบวนการแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ซึ่งเป็นกระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดกระบวนการหนึ่งและมีการนำมาประยุกต์ใช้กับธุรกิจอุตสาหกรรมหลายประเภทในปัจจุบัน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ซึ่งมีวิธีการดังนี้

3.6.2.1 กำหนดเป้าหมายการตัดสินใจ สำหรับเป้าหมายการตัดสินใจคือ ผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่สมควรได้รับการพัฒนาสำหรับองค์กรในกรณีศึกษา

3.6.2.2 กำหนดปัจจัยที่ต้องพิจารณา โดยปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้องมองในทุก ๆ ด้านของธุรกิจ ทั้งในแง่เทคโนโลยี การตลาด การผลิต ฯลฯ โดยการค้นหาจากเอกสารทางวิชาการ ประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟโดยที่ต้องผ่านการพิจารณาอีกครั้งจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้สอดคล้องกับแนวคิดและวัฒนธรรมขององค์กร

3.6.2.3 คำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย โดยการใช้การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยทีละคู่ (Pairwise Comparison) โดยการเปรียบเทียบจะให้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์จำนวน 7 ท่านเป็นผู้พิจารณา แล้วคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice ซึ่งสามารถ down load มาใช้ได้จาก www.expertchoice.com

3.6.2.4 กำหนดปัจจัยหลัก หรือปัจจัยที่มีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟโดยการพิจารณาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย แล้วให้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์พิจารณาเลือกปัจจัยเฉพาะที่สำคัญ เนื่องจากหากพิจารณาปัจจัยที่มีน้ำหนักความสำคัญน้อยจะทำให้มีจำนวนปัจจัยที่ต้องพิจารณาจำนวนมากอาจทำให้ไม่คุ้มกับเวลาและผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่แตกต่างกัน

3.6.2.5 จัดสร้างระดับคะแนนมาตรฐานในแต่ละปัจจัยหลัก เพื่อเปรียบเทียบคะแนนทางเลือกที่เสนอพิจารณา

3.6.2.6 สรุปผลที่ได้รับจากกระบวนการดังกล่าว เพื่อส่งให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจดำเนินการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาที่เหมาะสมกับองค์กรในกรณีศึกษา

3.7 บทสรุป

กระบวนการในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับในการพัฒนาในองค์กรกรณีศึกษาในอดีต(พ.ศ. 2540-2542) พบว่า มีปัจจัยที่ต้องพิจารณาอยู่ 7 ปัจจัย คือ ปริมาณความต้องการของตลาด ส่วนแบ่งตลาดขององค์กร คุณภาพของผลิตภัณฑ์ อายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ วิธีการติดตั้งใช้งาน ช่วงอายุของผลิตภัณฑ์ และระยะเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งทุกปัจจัยมีน้ำหนักความสำคัญเท่ากันทั้งหมด และมีเกณฑ์การประเมินผล 2 เกณฑ์ คือ น่าสนใจ กับไม่น่าสนใจ โดยการประเมินผลเป็นหน้าที่ของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ หากโครงการหรือผลิตภัณฑ์ใดมีจำนวนความน่าสนใจมากกว่าความไม่น่าสนใจก็จะได้รับการคัดเลือกให้ดำเนินการพัฒนาต่อไป ซึ่งกระบวนการดังกล่าวนั้นทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนาประสบความสำเร็จน้อยกว่าร้อยละ 20 เนื่องจากมีข้อบกพร่องอยู่หลายประการ เช่น การคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาโดยปกติมักมีปัจจัยที่อยู่ในรูปของโครงสร้างที่ซับซ้อนเป็นโครงข่ายทำให้การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยกระทำได้ยาก ทางองค์กรกรณีศึกษาจึงได้ให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยเท่ากันนั้นอาจทำให้น้ำหนักความสำคัญไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางธุรกิจขององค์กร เป็นต้น ส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบการคัดเลือกแบบเดิมขององค์กรไม่เป็นไปตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ขององค์กรที่วางไว้ นอกจากนี้ยังมีคำถามที่น่าสนใจติดตามมาอีกหลายประเด็น กล่าวคือ ปัจจัยทั้ง 7 ปัจจัยคือ ปริมาณความต้องการในตลาด ส่วนแบ่งทางการตลาด คุณภาพของผลิตภัณฑ์ อายุการใช้งานผลิตภัณฑ์ วิธีการติดตั้งใช้งาน ช่วงอายุผลิตภัณฑ์ และระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นปัจจัยที่ครบถ้วนแล้วหรือในการพิจารณาคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับพัฒนา อะไรคือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ เป็นต้น

ลำดับแรกของการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนานั้นต้องสามารถระบุว่าอะไรคือผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการ โดยการกำหนดหน้าที่พื้นฐานของผลิตภัณฑ์ และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีในกระบวนการผลิตของลูกค้า เพื่อค้นหาความต้องการที่อาจเปลี่ยนแปลงไป และนำมาแปลงให้เป็นคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่สามารถวัดค่าได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวต้องสามารถใช้ได้ในกระบวนการผลิตทั้งในปัจจุบันและในอนาคตของลูกค้า

สำหรับแนวทางในการแก้ปัญหาในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาทางผู้วิจัยได้แนะนำให้ใช้การตัดสินใจโดยอาศัยกระบวนการแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ซึ่งเป็นกระบวนการตัดสินใจที่ตั้งอยู่บนเหตุผลที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบันโดยมีกระบวนการที่สำคัญโดยสังเขปคือ กำหนดเป้าหมายของการตัดสินใจ

กำหนดปัจจัยที่ต้องพิจารณาเพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมาย หาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และดำเนินการเปรียบเทียบทางเลือกภายใต้ปัจจัยที่พิจารณาภายใต้กฎเกณฑ์หรือระดับคะแนนมาตรฐานที่กำหนด และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice ช่วยในการวิเคราะห์ประเมินผลเพื่อช่วยในการตัดสินใจโดยพิจารณาถึงน้ำหนักความสำคัญโดยรวมที่ทางเลือกได้รับ กับ การวิเคราะห์ความไวซึ่งหมายถึงการพิจารณาถึงผลการตัดสินใจเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเปลี่ยนไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
การพยากรณ์ความต้องการด้านวัสดุที่ใช้ ในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์และกระบวนการผลิตเหล็ก

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ประสบความสำเร็จในสภาพแวดล้อมทางธุรกิจที่เต็มไปด้วยการแข่งขันที่รุนแรงอย่างในปัจจุบัน สิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ คือ การพยากรณ์ความต้องการผลิตภัณฑ์สำหรับการใช้งานในอนาคตของลูกค้า เพื่อให้องค์กรสามารถปรับตัวได้ทันหากเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการของลูกค้า สำหรับการศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่ลูกค้ากลุ่มอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ และกลุ่มอุตสาหกรรมเหล็กในประเทศไทยซึ่งเป็นลูกค้าหลักขององค์กรกรณีศึกษา โดยที่การพยากรณ์ดังกล่าวเกิดจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นหนึ่งในคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษา และผู้เชี่ยวชาญจากศูนย์วิจัยเทคโนโลยีเซรามิกส์ของบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด เป็นหลักรวมกับคณะวิศวกรพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษา โดยที่แต่ละท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในเรื่องวัสดุที่จะใช้กับอุตสาหกรรมซิเมนต์ และอุตสาหกรรมเหล็กในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานที่อุณหภูมิสูงกว่า 1,000 องศาเซลเซียส ดังแสดงคุณวุฒิและประสบการณ์ดังนี้

ท่านที่ 1 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งวิศวกรใหญ่พัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษา
วุฒิการศึกษา ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ปริญญาตรีวัสดุศาสตร์ (เซรามิกส์)
ประสบการณ์ อบรมความรู้ด้านวัสดุสำหรับหม้อเผาซิเมนต์และวัสดุสำหรับกระบวนการการหลอมเหล็ก จาก HABISON WALKER CO.,Ltd. ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้รับการถ่ายทอดทางเทคโนโลยีด้านวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งานที่อุณหภูมิสูง จากผู้เชี่ยวชาญในบริษัทชั้นนำของโลก อาทิ TOWA REFRACTORY, NGK INSULATOR, INTOCAST และเป็นนักพัฒนาผลิตภัณฑ์มานานกว่า 16 ปี

ท่านที่ 2 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งนักวิจัยอาวุโส ประจำศูนย์เทคโนโลยีเซรามิกส์ของบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด
วุฒิการศึกษา ปริญญาโทด้านเซรามิกส์จาก ALFRED UNIVERSITY ประเทศสหรัฐอเมริกา ปริญญาตรีวัสดุศาสตร์ (เซรามิกส์)

ประสบการณ์ เป็นนักวิจัยด้านวัสดุที่ใช้ในอุณหภูมิสูงโดยเฉพาะอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ และ เหล็กนานมากกว่า 12 ปี

นอกจากการอาศัยประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญในการศึกษาวิจัยนี้ยังอ้างอิงถึงบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารด้านเซรามิกส์การผลิตปูนซิเมนต์ และการผลิตเหล็กในปัจจุบัน เพื่อทำการทวนสอบถึงความเป็นไปได้และกำหนดคุณสมบัติของวัสดุที่อาจเป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์และอุตสาหกรรมเหล็กในอนาคตอีก 5 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2547) นอกจากนี้ยังได้รับการรับรองจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษา

4.1 การพยากรณ์ความต้องการด้านวัสดุในอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์

สำหรับการพยากรณ์ความต้องการด้านวัสดุในอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์เป็นการพยากรณ์ในระยะเวลา 5 ปี ต่อจากนี้ (พ.ศ.2543 – พ.ศ.2547) โดยเน้นเฉพาะหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน เนื่องจากเป็นส่วนที่ใช้วัสดุทนไฟ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์หลักขององค์กรกรณีศึกษาในปัจจุบัน โดยการพยากรณ์นั้นเริ่มจากการศึกษาเทคโนโลยีการผลิตปูนซิเมนต์ในปัจจุบันและการคาดการณ์เทคโนโลยีที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อนำมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติของวัสดุทนไฟ หรือวัสดุอื่นที่องค์กรกรณีศึกษาสมควรพัฒนา

4.1.1 เทคโนโลยีการผลิตปูนซิเมนต์ด้วยหม้อเผาปูนซิเมนต์แบบหมุนในปัจจุบัน

การผลิตปูนซิเมนต์ที่ใช้หม้อเผาแบบหมุนสามารถแบ่งออกเป็น หม้อเผาแบบเปียก หม้อเผาแบบกึ่งแห้ง หม้อเผาแบบแห้ง หม้อเผาแบบ Preheater และหม้อเผาแบบ Precalciner ซึ่งมีรายละเอียดตามลำดับวิวัฒนาการดังนี้

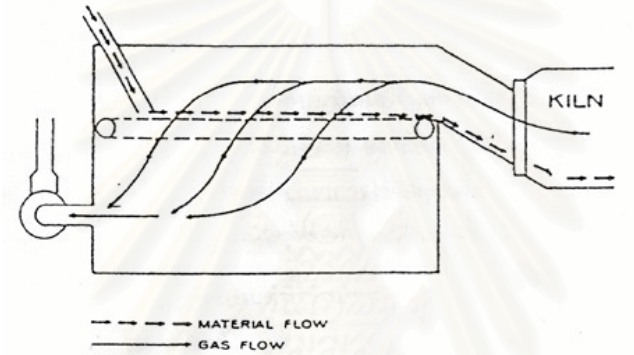
4.1.1.1 หม้อเผาปูนซิเมนต์แบบหมุน: ใช้กับกระบวนการผลิตแบบเปียก

เป็นกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์ที่ใช้วัสดุดิบในการผลิตปูนซิเมนต์ผสมกับน้ำให้มีความชื้นประมาณ 30 – 40 % ก่อนป้อนเข้าหม้อเผา ซึ่งหม้อเผาแบบนี้จะยาวกว่าหม้อเผาแบบอื่น ๆ เพราะต้องมีช่วงไล่น้ำ (Dehydration Zone) เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงต้องใช้เชื้อเพลิงในการเผามากขึ้น กระบวนการผลิตแบบนี้มีข้อดีคือวัตถุดิบที่ป้อนเข้าหม้อเผามีความเป็นเนื้อเดียวกันมากกว่ากระบวน

การผลิตแบบแห้ง การสูญเสียจากฝุ่นมีปริมาณน้อย สำหรับหม้อเผาแบบนี้ปัจจุบัน มีเพียง 3 หม้อในประเทศไทยและไม่ได้ดำเนินการผลิตทำให้ไม่มีการใช้วัสดุทนไฟในตลาดส่วนนี้

4.1.1.2 **หม้อเผาปูนซิเมนต์แบบหมุน: ใช้กับกระบวนการผลิตกึ่งแห้ง**

กระบวนการผลิตแบบนี้ใช้วัตถุดิบผงแห้งสำเร็จรูปมาเติมน้ำประมาณ 10 – 15 % แล้วปั้นเป็นเม็ดกลม (Nodule) ก่อนแล้วจึงป้อนเข้ากับเครื่องป้อนวัตถุดิบก่อนเข้าหม้อเผา โดยที่ความร้อนส่วนหนึ่งจากหม้อเผาจะถูกดูดมาถ่ายเทให้กับวัตถุดิบก่อนเข้าสู่หม้อเผา ดังแสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กระบวนการผลิตปูนซิเมนต์แบบกึ่งแห้ง

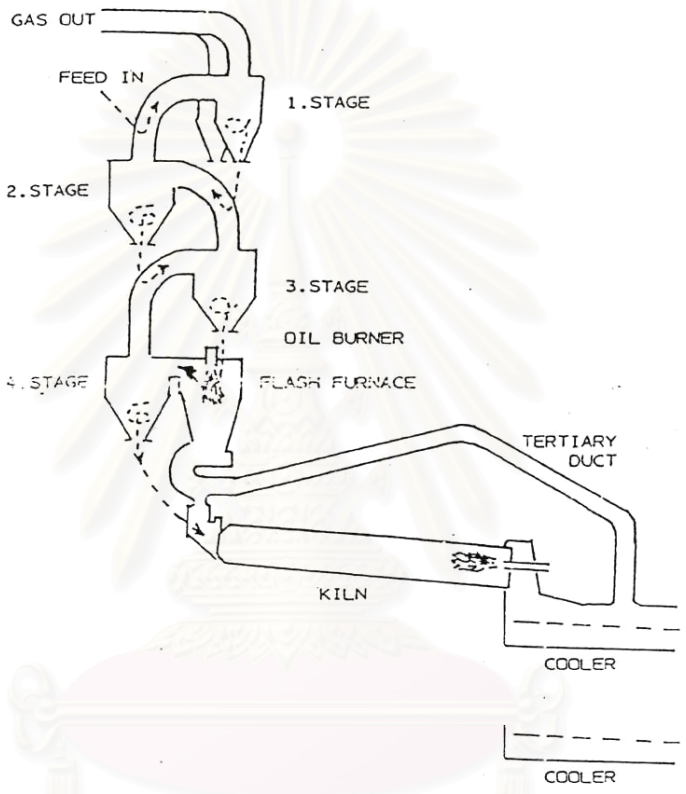
ปัจจุบันการผลิตปูนซิเมนต์โดยกรรมวิธีการผลิตแบบนี้มีเพียง 3 หม้อเผา และเดินกำลังการผลิตน้อยมาก และคาดว่าจะหยุดการผลิตในเร็ววันนี้

4.1.1.3 **หม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน: ใช้กับกระบวนการผลิตแบบแห้ง**

กระบวนการผลิตแบบแห้ง ใช้วัตถุดิบที่ป้อนเข้าหม้อเผาในรูปของผงแห้ง ขนาดข้องหม้อเผามีอัตราส่วนของความยาวต่อเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 30 : 1 ถึง 50: 1 หม้อเผาแบบแห้งจะมีอุณหภูมิท้ายหม้อสูงมากจึงจำเป็นต้องมีการฉีดน้ำเข้าที่ท้ายหม้อเพื่อลดอุณหภูมิของลมร้อนลงให้ต่ำพอก่อนเข้าเครื่องดักฝุ่น และโดยปกติต้อติดตั้งม่านโซ่ที่ทางด้านป้อนวัตถุดิบเข้าหม้อเผา เพื่อให้มีการถ่ายเทความร้อนจากลมร้อนสู่วัตถุดิบก่อนปล่อยลมร้อน ออกจากหม้อเผา

4.1.1.4 หม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน: ใช้กับกระบวนการผลิตแบบแห้ง และมี Preheater

วัตถุดิบจะถูกอุ่นและบางส่วนจะเกิด Calcine โดยอาศัยลมร้อนที่อยู่ในไซโคลน (Cyclone) เป็นตัวถ่ายเทความร้อนให้วัตถุดิบ มีลักษณะแสดงดังรูปที่ 4.2

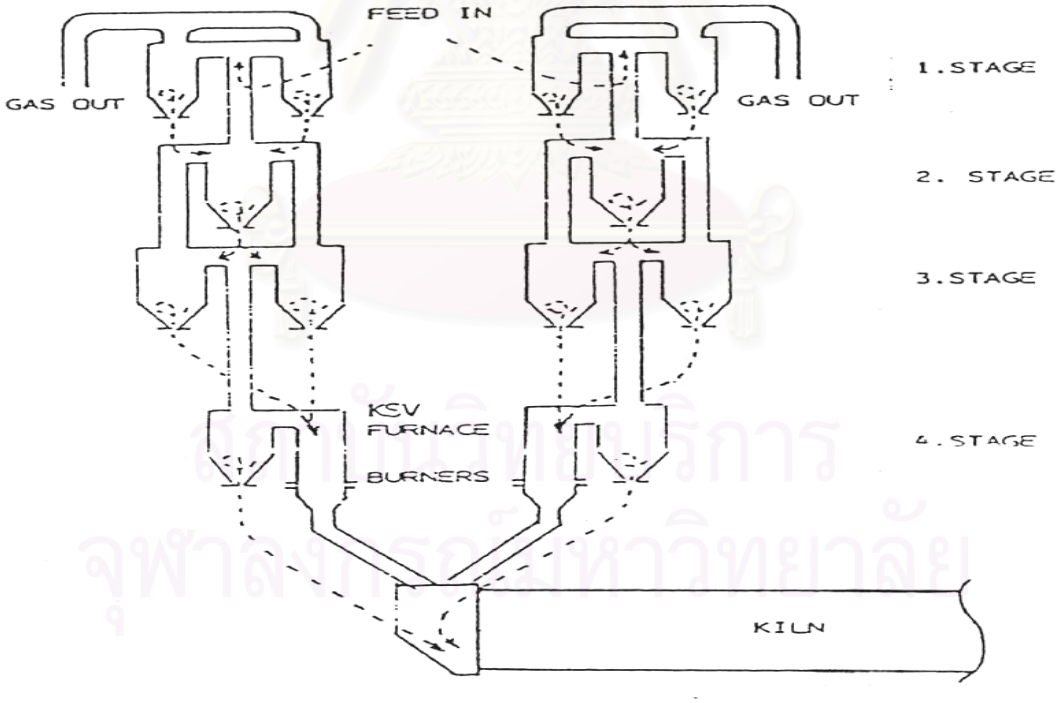


รูปที่ 4.2 หม้อเผาปูนซิเมนต์แบบแห้ง และมี Preheater

หม้อเผาแบบนี้ปกติจะออกแบบให้มี Preheater 4 ตัว โดยมีกำลังการผลิตประมาณ 8000 ตันต่อวัน ข้อเสียของหม้อเผาแบบนี้คือภายในหม้อมีปริมาณ Alkalies , Sulfur และ Chlorider สูงจะทำให้เกิดการอุดตันของ Cyclone ลูกล่างสุดแต่ข้อดีคือสามารถเดินด้วยความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพียง 750 Kcal/Kg

4.1.1.5 หม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน: ใช้กับกระบวนการผลิตแบบแห้ง และมี Precalciner

เนื่องจากการผลิตปูนซิเมนต์แบบแห้งและมี Preheater มีข้อจำกัดเมื่อต้องสร้างหม้อเผาขนาดใหญ่ ทำให้เกิดปัญหาเรื่องอายุของของวัสดุทนไฟ และหม้อเผาหยุดบ่อยพร้อมกับมีแนวความคิดที่จะนำเอาเชื้อเพลิงคุณภาพต่ำมาใช้จึงนำมาสู่การพัฒนาแนวความคิดการช่วยเผา (Auxiliary Firing) ให้เกิด Calcine ก่อนเข้าหม้อเผา จึงมีการติดตั้ง Precalciner พร้อมกับระบบเผาไหม้เพิ่มเติม (Secondary Firing) ณ ส่วนล่างสุดของหอ Preheater ซึ่งสามารถทำให้ขนาดของหม้อเผาเล็กลงที่กำลังผลิตเท่ากันเมื่อเทียบกับระบบ Preheater ข้อดีของหม้อเผาปูนซิเมนต์แบบนี้คือ การใช้เชื้อเพลิงในหม้อเผาจะเหลือเพียง 30 – 50 % ของเชื้อเพลิงทั้งหมดที่ใช้ในการเผาปูนซิเมนต์ เป็นผลทำให้มีภาระความร้อน (Heat load) ต่ำ ทำให้อายุของวัสดุทนไฟยาวขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้เชื้อเพลิงคุณภาพต่ำและราคาถูกสามารถแสดงกระบวนการผลิตแบบแห้ง และมี Precalciner ดังภาพที่ 4.3 ในปัจจุบันลูกค้าส่วนใหญ่ขององค์กรกรณีศึกษาใช้หม้อเผาปูนซิเมนต์ชนิดนี้ในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์



รูปที่ 4.3 หม้อเผาซิเมนต์แบบแห้ง และมี Precalciner

4.1.1.6 การแบ่งโซนในหม้อเผาปูนซิเมนต์แบบหมุน

สำหรับหม้อเผาปูนซิเมนต์แบบหมุนมีการแบ่งเป็นโซน 5 ส่วน มีรายละเอียดสำหรับแต่ละโซน ดังนี้

1. Drying และ Preheating Zone เป็นส่วนหนึ่งที่น้ำในวัตถุดิบจะระเหยออก และอุณหภูมิสูงประมาณ 800 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิของวัตถุดิบจะอยู่คงที่ประมาณ 100 °C จนกระทั่งความชื้นอิสระ (Free moisture) เริ่มระเหยออกหมด และน้ำที่อยู่ในโมเลกุลของดิน (Clay) จะระเหยออกที่อุณหภูมิ 550 °C ดังนั้นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทั้งหมดในโซนนี้คือ การเพิ่มของอุณหภูมิของวัตถุดิบในหม้อเผาเพื่อระเหยความชื้นของวัตถุดิบออก

2. Calcining Zone เป็นส่วนที่คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) ถูกขับออกจาก Limestone และ Magnesium Carbonate ทำให้เหลือ Free line และ Magnesium ตามสมการทางเคมีดังนี้

$$\underset{\text{(Limestone)}}{CaCO_3} \longrightarrow \underset{\text{(Freelime)}}{CaO} + \underset{\text{(Carbon dioxide)}}{CO_2}$$

$$\underset{\text{(Magnesium carbonate)}}{MgCO_3} \longrightarrow \underset{\text{(Magnesia)}}{MgO} + \underset{\text{(Carbon dioxide)}}{CO_2}$$

โดยที่ คาร์บอนไดออกไซด์จะระเหยออกจากวัตถุดิบและปนไปกับก๊าซที่ออกจากหม้อเผา วัตถุดิบที่ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาที่สมบูรณ์เมื่อผ่านเข้าสู่ Burning Zone จะทำให้เผาปูนซิเมนต์ทำได้ยาก ในส่วนอุณหภูมิของหม้อเผาจะอยู่ระหว่าง 800 – 1200 °C

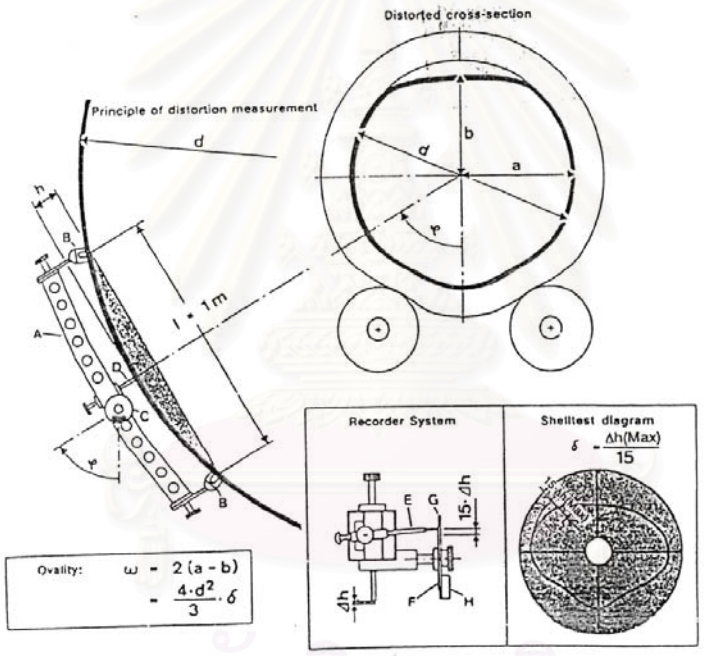
3. Upper Transition Zone บริเวณนี้จะอยู่ในหม้อเผาก่อนถึงเปลวไฟ เป็นบริเวณที่วัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีอุณหภูมิประมาณ 1200 – 1400 °C

4. Sintering Zone เป็นบริเวณท้ายสุดของการเกิดปูนเม็ดสารจำพวก C_5A_3 และ C_2F จะเปลี่ยนไปเป็น C_3A และ C_4AF ส่วน C_2S จะรวมตัวกับ Free lime กลายเป็น C_3S ซึ่งเป็นสารประกอบที่สำคัญที่สุดในปูนซิเมนต์บริเวณนี้จะมีอุณหภูมิระหว่าง 1400 – 1510 °C

5. Lower Transition Zone อยู่ช่องท้ายของหม้อเผาเป็นบริเวณที่ปูนเม็ดเย็นตัวลง มีอุณหภูมิประมาณ 1290 °C

4.1.1.7 สภาวะของลูกกลิ้งและเปลือกหม้อ

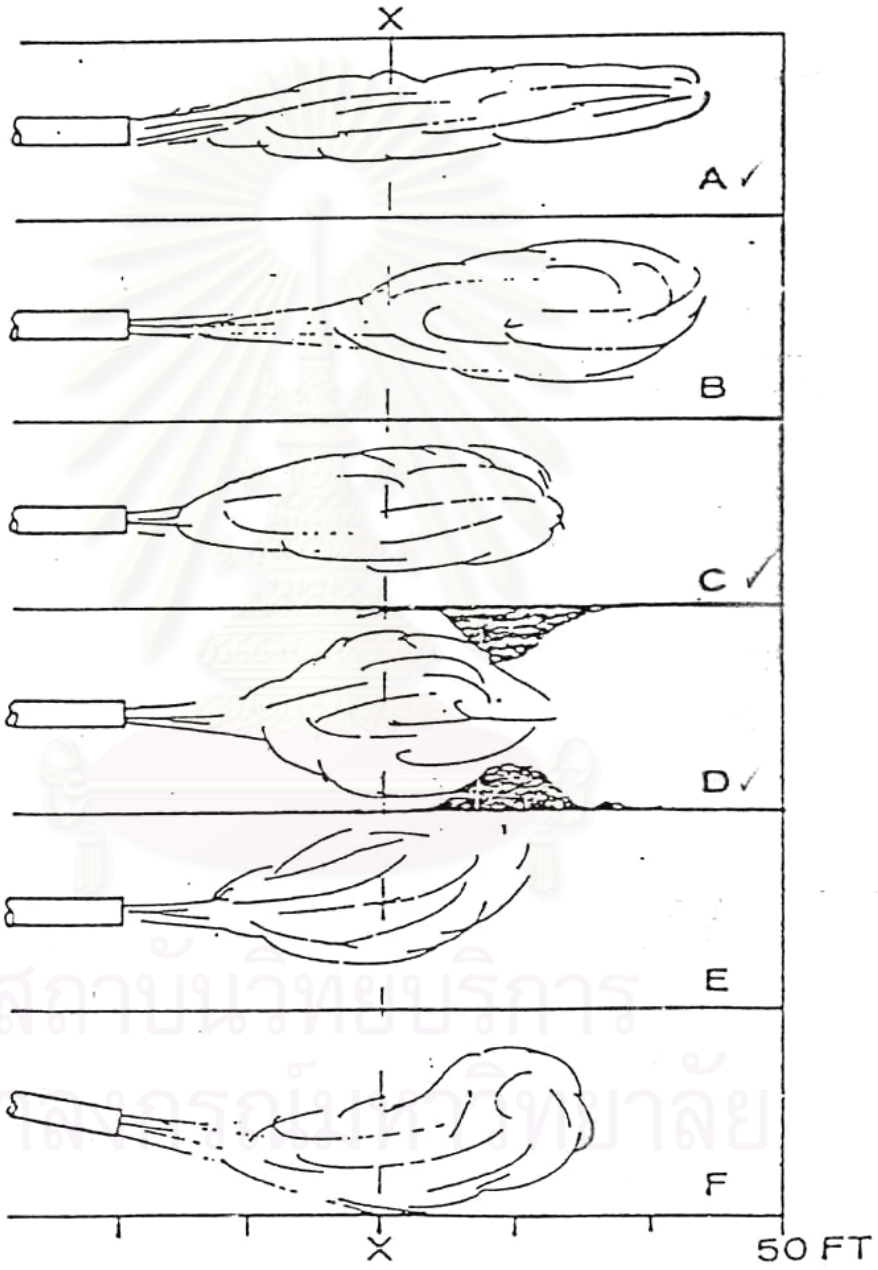
หม้อเผาทุกหม้อเผา เมื่อหมุนไปจะเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างบริเวณใกล้กับแหวนหม้อเผา ซึ่งเรียกว่า Shell Ovality ซึ่งแสดงในรูปที่ 4.4 ซึ่งถ้าค่านี้มีมากเกินไปจะทำให้เกิดแรงบิดในวัสดุที่ใช้



รูปที่ 4.4 Shell Ovality ในบริเวณแหวนหม้อเผาปูนซิเมนต์แบบหมุน
(ภาพจากวารสาร Taikabutsu Oveseas Vol.16 หน้า 39)

4.1.1.8 รูปร่าง และตำแหน่งของเปลวไฟในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน

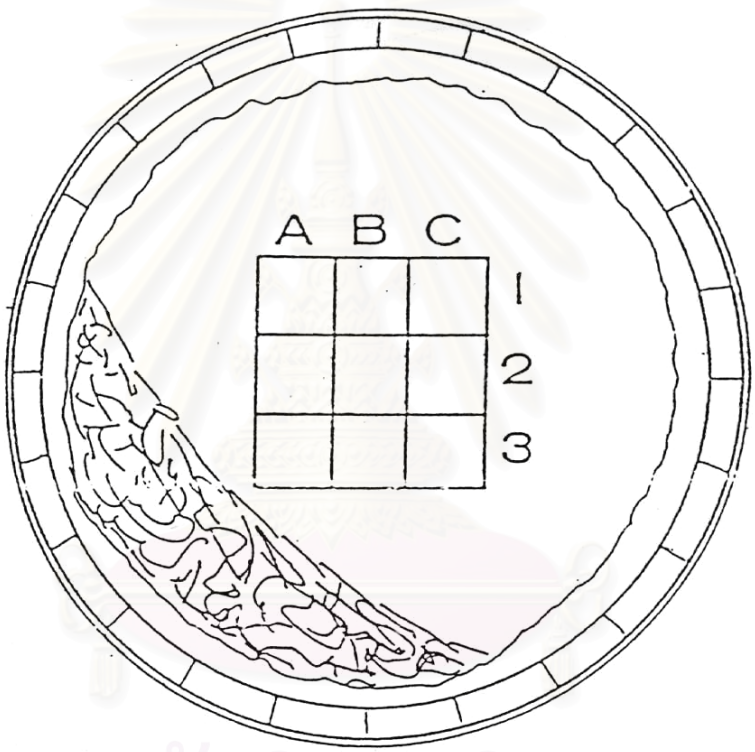
รูปร่างของเปลวไฟในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน มีลักษณะ 1 ใน 6 แบบแสดงดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 รูปร่างของเปลวไฟในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนที่อาจเกิดขึ้นได้
(ภาพจากหนังสือ The Rotary Cement Kiln หน้า 6-11)

สำหรับในการควบคุมหม้อเผาส่วนใหญ่จะควบคุมให้มีลักษณะเปลวไฟแบบ C เนื่องจากความร้อนจะถูกแผ่ออกในช่วงสั้น ๆ ใน burning zone รวมทั้งความยาวของเปลวรวมจะไม่สั้นเกินไปหรือยาวเกินไป แต่ในบางโอกาสอาจเกิดเปลวไฟแบบ D, E และ F ซึ่งอันตรายต่อวัสดุในหม้อเผามากที่สุดเนื่องจากเปลวมากระทบกับวัสดุโดยตรงซึ่งเปลวมีอุณหภูมิสูงถึง 1,800 องศาเซลเซียส

ในกรณีตำแหน่งของเปลวไฟ อยู่ในช่องสี่เหลี่ยมช่องใดช่องหนึ่ง ในรูป 4.6



รูปที่ 4.6 ตำแหน่งของเปลวไฟในหม้อเผาปูนซิเมนต์แบบหมุน
(ภาพจาก The Rotary Cement Kiln หน้า 6-13)

ขึ้นอยู่กับเปลวไฟถูกปรับให้ดีมากน้อยเพียงใด โดยที่บริเวณที่เป็นที่ต้องการคือตำแหน่ง 2A หรือ 2B เนื่องจากเป็นบริเวณที่ถ่ายเทความร้อนได้ดีที่สุดระหว่างเปลวไฟกับวัตถุดิบในหม้อเผา ระหว่างเปลวไฟกับวัตถุดิบ ในทางตรงข้ามถ้าเปลวไฟถูกปรับให้ใกล้กับวัตถุดิบมากเกินไป (ตำแหน่ง

3A) เชื้อเพลิงที่ไม่เผาไหม้ (โดยเฉพาะถ่านหินและน้ำมัน) จะกระเด็นเข้าหาวัตถุดิบซึ่งเป็นสภาพที่ไม่ต้องการ ถ้าเปลวไฟถูกปรับให้ใกล้ผนังมากเกินไป (ตำแหน่ง 1C, 2C, 1B) อาจทำให้เกิดการเลียของเปลวไฟกับวัสดุทำให้วัสดุต้องทนอุณหภูมิได้ถึง 1,800 องศาเซลเซียส

จากกระบวนการเปลี่ยนสภาพวัตถุดิบมาเป็นปูนเม็ดนั้น จะเห็นว่าต้องใช้อุณหภูมิถึง 1,510 องศาเซลเซียส ในทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติแล้วอุณหภูมิในหม้อเผาปูนซิเมนต์แบบหมุนจะอยู่ระหว่าง 1,450 – 1,600 องศาเซลเซียส ดังนั้นคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุที่จะใช้ในการปกป้องหม้อเผาปูนซิเมนต์ซึ่งทำจากเหล็กนั้น ต้องสามารถทนอุณหภูมิดังกล่าวได้โดยไม่หลอมละลาย ในขณะเดียวกันต้องเป็นวัสดุที่นำความร้อนต่ำ นอกจากนั้นยังมีปัจจัยหลักที่ต้องคำนึงถึงที่วัสดุที่ใช้ในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนต้องรองรับได้คือ

1. ความถี่ในการหยุดหม้อเผา เนื่องจากในการผลิตปูนซิเมนต์นั้นโอกาสที่หม้อเผาต้องหยุดการทำงานนั้นมีหลายประการ เช่น ปัญหาจากไฟฟ้าดับ ปัญหาจากอุปกรณ์เครื่องกลในการหมุนหม้อชำรุด เป็นต้น ทำให้ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างทันทีทันใด จากอุณหภูมิสูง 1,450 – 1,600 องศาเซลเซียสเหลือประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่านั้น ดังนั้นวัสดุจึงจำเป็นต้องมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่รวดเร็ว (Thermal shock resistance)

2. การเพิ่มอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในหม้อเผา เนื่องจากบางกรณีผู้ผลิตปูนซิเมนต์มีความจำเป็นจะต้องเร่งอุณหภูมิของหม้อเผาให้สูงขึ้นถึงอุณหภูมิใช้งานอย่างรวดเร็วเพื่อลดความสูญเสียจากการเผาวัตถุดิบไม่สุก ซึ่งหากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปมากอาจทำให้การขยายตัวของวัสดุกับเปลือกหม้อเผาไม่เท่ากันจะทำให้เกิดความเครียดทางกล (Mechanical stress) มากกว่าปกติ ดังนั้นวัสดุต้องมีความแข็งแรงเพียงพอต่อการบีบกดของแรงดังกล่าวซึ่งอาจสูงถึง 20 MPaณ อุณหภูมินั้น

3. การขัดสีจากวัตถุดิบในหม้อเผา เนื่องจากการผลิตปูนซิเมนต์ในปัจจุบันกำลังการผลิตในประเทศไทยอยู่ที่ 5000 ตัน /วัน / หม้อเผา ดังนั้นวัสดุที่ใช้ในหม้อเผาต้องสามารถทนต่อการขัดสีดังกล่าวได้เป็นอย่างดี

4. การกัดกร่อนทางเคมี เนื่องจากการเผาปูนซิเมนต์นั้น วัตถุดิบที่ใช้มักมีส่วนประกอบที่สามารถระเหยเป็นไอได้ เช่น สารประกอบพวกอัลคาร์ไรค์ (Alkalies) ซัลเฟอร์ (Sulphur) ดังนั้นวัสดุที่ใช้ต้องสามารถทนต่อการกัดกร่อนเหล่านี้ได้

ดังนั้นหากพิจารณาถึงหน้าที่พื้นฐานของวัสดุที่สมควรใช้ในการป้องกันเปลือกหม้อเผาไม่ให้หลอมละลายระหว่างการเผาปูนซิเมนต์ที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงถึง 1,400 – 1,600 องศาเซลเซียส แล้วยังต้องมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำ ทนทานต่อการขัดสีและกัดกร่อนจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปูนซิเมนต์ ทนต่อการเกิดแรงบิดและความเครียดทางกลอันเกิดจากการขยายตัวของหม้อเผาเมื่ออุณหภูมิสูงร่วมกับสภาวะลูกกลิ้งของหม้อเผานั้น ในปัจจุบันใช้วัสดุที่เรียกว่า วัสดุทนไฟ อันมีนิยามว่า วัสดุจำพวกอโลหะซึ่งสามารถนำมาใช้ ณ อุณหภูมิสูง โดยไม่หลอมเหลวหรือเสียรูปในขณะใช้งาน และสามารถรับน้ำหนักขณะใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้โดยไม่เกิดการยุบตัว ทนต่อการกัดกร่อนทางเคมี ทนต่อการขัดสีจากวัสดุต่าง ๆ ที่อุณหภูมิสูง ซึ่งวัสดุทนไฟนั้นมีหลายคุณภาพตามคุณสมบัติที่ต่างกัน แต่ในหม้อเผาปูนซิเมนต์แบบหมุนนั้นสำหรับองค์กรกรณีศึกษาผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์จำพวกวัสดุทนไฟเชิงด่างอันมีคุณสมบัติที่สำคัญที่สามารถตอบสนองความต้องการพื้นฐานดังกล่าว โดยที่คุณสมบัติวัสดุทนไฟที่จำเป็นทางผู้เชี่ยวชาญได้อ้างอิงถึงการศึกษาของ Hans (1999) ที่สรุปคุณสมบัติที่สำคัญของวัสดุทนไฟในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนดังรายการต่อไปนี้

1. ค่าความยืดหยุ่นตัว (Modulus of Elastic)
2. ความแข็งแรงที่อุณหภูมิห้อง (Cold Crushing Strength)
3. ความต้านทานต่อแรงกดที่อุณหภูมิสูง (Refractoriness under load)
4. ความพรุนตัวปรากฏ (Apparent porosity)
5. การนำความร้อน (Thermal Conductivity)
6. การทนต่อความร้อนสูงสุด (Maximum temperature service)

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดขององค์กรกรณีศึกษา ที่สามารถใช้ในหม้อเผาปูนซิเมนต์แบบหมุน ได้ประมาณ 6 –10 เดือน มีค่าคุณสมบัติดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติของวัสดุทนไฟ สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนในปัจจุบัน

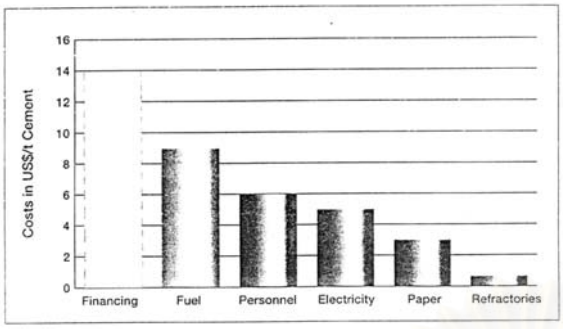
รายการคุณสมบัติ	ค่าที่วัดได้
1. ค่าความยืดหยุ่นตัว	1.0
2. ค่าความแข็งแรงที่อุณหภูมิห้อง (MPa)	50
3. ค่าความต้านทานต่อแรงกดที่อุณหภูมิสูง(องศาเซลเซียส)	1700
4. ค่าความพรุนตัวปรากฏ (%)	17
5. ค่าการนำความร้อน (W/mk)	2.8
6. ค่าการทนความร้อนสูงสุด (องศาเซลเซียส)	1800

4.1.2 **เทคโนโลยีการเผาปูนซิเมนต์ด้วยหม้อเผาปูนซิเมนต์แบบหมุนในอนาคต**

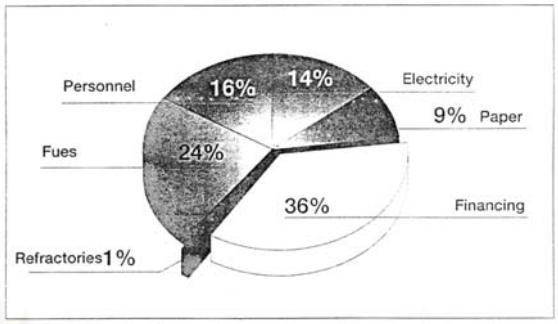
สำหรับเทคโนโลยีที่คาดว่าจะเปลี่ยนไปในอนาคตอีก 5 ปีข้างหน้า ในการเผาปูนซิเมนต์ด้วยหม้อเผาปูนซิเมนต์แบบหมุน ทางผู้เชี่ยวชาญได้อ้างอิงบทความจากต่างประเทศและพิจารณาว่าน่าจะมีโอกาสเกิดขึ้นค่อนข้างสูง มีดังต่อไปนี้

4.1.2.1 ขนาดของหม้อเผาปูนซิเมนต์ที่จะมีขนาดใหญ่ขึ้น อ้างถึงบทความของ Global Cement Reports ที่ตีพิมพ์ในวารสาร Cement Review ในปี ค.ศ. 1996 ที่แสดงถึงอัตราการต้องการปูนซิเมนต์ในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้สำหรับอนาคตยังมีปริมาณมาก ดังนั้นผู้ผลิตปูนซิเมนต์มีแนวโน้มที่จะตั้งโรงงานผลิตปูนซิเมนต์เพิ่มขึ้น โดยที่หม้อเผาปูนซิเมนต์จะเป็นหม้อเผาปูนซิเมนต์ที่มีขนาดใหญ่ที่สามารถผลิตปูนซิเมนต์ได้มากกว่า 8,000 ตันต่อวัน

4.1.2.2 ต้นทุนการผลิตปูนซิเมนต์ เนื่องจากต้นทุนการผลิตเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการแข่งขันในยุคปัจจุบันและอนาคตสำหรับต้นทุนการผลิตปูนซิเมนต์ต่อตัน สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.7 ก็แสดงต้นทุนในหน่วยดอลล่าห์สหรัฐต่อปูนซิเมนต์ 1 ตันกับ รูปที่ 4.8 ที่แสดงเปอร์เซ็นต์ต้นทุนต่าง ๆ ในการผลิตปูนซิเมนต์



รูปที่ 4.7 ต้นทุนในการผลิตปูนซิเมนต์
(ภาพจาก Cement Review (1996))



รูปที่ 4.8 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนในการผลิตปูนซิเมนต์
(ภาพจาก Cement Review (1996))

จะเห็นว่าต้นทุนส่วนใหญ่ (ไม่รวมต้นทุนทางด้านการเงิน) ในการผลิตปูนซิเมนต์อยู่ที่ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและแรงงาน แต่ต้นทุนด้านวัสดุทนไฟประมาณร้อยละ 1 เท่านั้นดังนั้นจึงไม่มีเหตุผลใด ที่ผู้ผลิตปูนซิเมนต์จะเลือกใช้วัสดุทนไฟคุณภาพต่ำแต่ราคาถูก เนื่องจากอาจทำให้ต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายมากกว่า 8 ล้านบาทต่อวัน จากการสูญเสียด้านการผลิตจากเหตุผลด้านต้นทุนด้านพลังงานในการผลิตปูนซิเมนต์ทำให้แนวโน้มข้างหน้าผู้ผลิตปูนซิเมนต์จะหาทางลดต้นทุนดังกล่าวโดยมีทางเลือก 2 วิธี คือ

- การเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงราคาถูก เช่น เปลี่ยนจากการใช้น้ำมันเตามาเป็นถ่านหิน ถ่านลิกไนต์ ในอนาคตจะเปลี่ยนมาใช้ Petroleum Coke ซึ่งมีราคาต่ำมากเนื่องจากเป็นของที่เหลือจากอุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมัน
- การทำให้การเผาไหม้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การปรับสมดุลด้านความร้อน (Heat balancing) การเปลี่ยนเงื่อนไขการเผา การเปลี่ยนอุณหภูมิในโซนต่างๆ (Temperature profile)

โดยที่แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทั้งสองย่อมมีผลกระทบต่อวัสดุที่ใช้ในหม้อเผาปูนซิเมนต์แบบหมุน โดยเฉพาะในกรณีแรกนั้นมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นได้มากกว่าและมีผลกระทบต่ออายุของวัสดุทนไฟมากกว่า ดังนั้นจึงขอกล่าวเฉพาะการเปลี่ยนแปลงชนิดของเชื้อเพลิงในอนาคต ดังนี้

สำหรับอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์มีการใช้เชื้อเพลิงที่เป็นทั้งของแข็ง ของเหลว และก๊าซ โดยที่ของเหลวและก๊าซมีข้อดีคือสามารถควบคุมเปลวไฟง่าย รวมทั้งเป็นพลังงานที่สะอาด (ไม่มีกากของเสียปนลงไปในวัตถุดิบ) ต่างกับเชื้อเพลิงประเภทของแข็ง เช่น ถ่านหิน ถ่านลิกไนต์ ที่หากเกิดการไหม้ไม่สมบูรณ์จะทำให้มีกากปะปนกับปูนซิเมนต์แต่ในประเทศไทยนิยมใช้เชื้อเพลิงประเภทของแข็งมากกว่าเนื่องจากมีราคาถูกกว่าน้ำมันเตาและก๊าซธรรมชาติค่อนข้างมาก

แต่สำหรับอนาคตอันไม่ไกลนี้ผู้ผลิตปูนซิเมนต์อาจหันมาใช้เชื้อเพลิงที่เรียกว่า Petroleum coke ที่เป็นของเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรมปิโตรเลียม โดยที่ Petroleum coke มีข้อดี ข้อเสียแสดงดังตารางที่ 4. 2

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของ Petroleum coke

ข้อดี	ข้อเสีย
- ลดต้นทุนด้านพลังงาน ราคาของ Petroleum coke ขึ้นอยู่กับปริมาณ Sulphur โดยที่ถ้าปริมาณ Sulphur มากราคาของ Petroleum coke ต่ำ - มีค่าความร้อนจำเพาะสูง (ประมาณ 7650 Kcal/Kg)	- มีปริมาณ Sulphur มาก (อยู่ระหว่าง 1.0 – 5.5 %) - ทำให้เกิดการอุดตันที่ส่วนของ Preheater เนื่องจากเกิด Coating - อาจก่อให้เกิด Salt infiltration (SO_3) ในส่วนของ transition ถ้ามีอัตราส่วนของ SO_3/Alkali มากกว่า 1.1 - มีค่า Volatile matter ต่ำทำให้ควบคุมเปลวไฟยาก - ก่อให้เกิดบรรยากาศแบบ Reduction ในหม้อเผาซิเมนต์

ถ้าในอนาคตผู้ผลิตปูนซิเมนต์หันมาใช้ Petroleum coke เป็นเชื้อเพลิงสิ่งที่ผู้ผลิตวัสดุทนไฟต้องคำนึงถึงคือปริมาณ ซัลเฟอร์ โดยก่อให้เกิดปรากฏการณ์ Salt infiltration ซึ่งทำให้วัสดุมีอายุการใช้งานต่ำลง และผลกระทบจากความไม่คงที่ของเปลวไฟในหม้อเผา

จากการประเมินแนวโน้มทางเทคโนโลยีของหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนอันพึงจะเกิดขึ้นในทัศนะของผู้เชี่ยวชาญทั้งในด้านหม้อเผาปูนซิเมนต์จะมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยต้องสามารถทำการเผาปูนเม็ดได้มากกว่า 8,000 ตันต่อวัน การเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงราคาถูกแต่มีปริมาณซัลเฟอร์เป็นส่วน

ประกอบมากขึ้น และการประหยัดพลังงานจากการต้องการให้สูญเสียพลังงานความร้อนต่ำลงนั้น ทางผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าวัสดุที่จะใช้ในหม้อเผาปูนซิเมนต์นั้น ยังคงต้องตอบสนองหน้าที่พื้นฐานอันได้กล่าวมาแล้วในส่วนที่ 4.1.1 แต่ต้องมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น เนื่องจากหม้อเผาปูนซิเมนต์ขนาดใหญ่ย่อมหมายถึงการสูญเสียอย่างมหาศาลในการหยุดหม้อเผาแต่ละครั้ง ซึ่งความเป็นไปได้สำหรับวัสดุที่จะใช้ในหม้อเผาปูนซิเมนต์นั้นน่าจะมีคุณสมบัติที่ดีกว่าวัสดุทนไฟที่ใช้ในปัจจุบัน โดยต้องมีความยืดหยุ่นตัวมากขึ้น เพื่อทนต่อแรงบิด ความเครียดต่าง ๆ มากขึ้น มีค่าความแข็งแรงที่อุณหภูมิห้องสูงขึ้น เนื่องจากต้องทนต่อการขัดสีของวัตถุดิบมากขึ้น ในขณะเดียวกันต้องมีผิวหน้าที่เรียบและละเอียดมากขึ้น เพื่อป้องกันการกัดกร่อนเนื่องจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงที่มีปริมาณซัลเฟอร์มากขึ้น ซึ่งสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติที่ต้องการกับการตอบสนองต่อความเหมาะสมกับเทคโนโลยีในปัจจุบันกับอนาคตในตารางที่ 4.3 และค่าคุณสมบัติที่ต้องการในตารางที่ 4.4

ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้วิเคราะห์ค่าต่าง ๆ เห็นว่าวัสดุที่จะสามารถตอบสนองความต้องการในอนาคตและมีหน้าที่พื้นฐานดังที่ได้กล่าวมาแล้ว มี 2 ประเภท คือ วัสดุทนไฟ กับ Advanced Ceramic ประเภทที่ใช้กับยานอวกาศ แต่หากพิจารณาเงื่อนไขในปัจจุบัน คือ วัตถุดิบที่จะใช้ในการทำ Advanced Ceramic ต้องเป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้น เนื่องจากต้องการความบริสุทธิ์ของวัตถุดิบมากทำให้มีราคาสูงมากกว่าวัตถุดิบที่ใช้ทำวัตถุทนไฟมากกว่าถึง 10 – 20 เท่า และต้องการการขึ้นรูปแบบพิเศษ โดยใช้เครื่องอัดที่สามารถอัดได้ 4 ทิศทาง ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีขายในตลาดทั่วไปต่างกับเครื่องอัดวัสดุทนไฟที่สามารถหาซื้อได้ทั่วโลก นอกจากนี้ยังมีปัญหาในกรณีหม้อเผาไม่อยู่ในรูปวงกลมอย่างสมบูรณ์จะทำให้เกิดแรงบิดที่รุนแรง วัสดุจำพวก Advanced Ceramic ยังไม่น่าตอบสนองได้เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่นต่ำ

ดังนั้น จึงมีความเชื่อมั่นว่าในอีก 5 ปีข้างหน้าว่า วัสดุที่ใช้ในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนยังคงเป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มวัสดุทนไฟอย่างแน่นอน และคงต้องมีคุณสมบัติดังตารางที่ 4.4 ซึ่งคาดการณ์ว่าอายุของวัสดุทนไฟน่าจะอยู่ได้มากกว่า 12 เดือน สำหรับหม้อเผาปูนซิเมนต์ขนาดใหญ่

ตารางที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของวัสดุกับความต้องการของวัสดุในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน

Demanded Quality			Quality Characteristics					
		Direction of Improvement	↑	↑	↑	↓	↓	↑
Primary	Secondary	Tertiary	ค่าความยืดหยุ่นตัว (MOE)	ความแข็งแรงที่อุณหภูมิห้อง	ความต้านทานต่อแรงกดที่อุณหภูมิสูง	ความฟรุนตัวไวกาย	การนำความร้อน	การทนความร้อน
คุณภาพของวัสดุทนไฟในหม้อเผาแบบหมุน	เหมาะสมกับสภาพเทคโนโลยีการผลิตของลูกค้าในปัจจุบัน	ทนทานต่อความถี่ในการหยุดหม้อเผา หรือการเพิ่มขึ้นหรือลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว	◎	◎			◎	
		ทนต่ออุณหภูมิที่ไม่สม่ำเสมอในการเผาและตำแหน่งเปลวไฟที่เปลี่ยนแปลง	◎	◎			◎	◎
		ทนต่อความไม่สม่ำเสมอของวัตถุดิบและการกัดกร่อนจากปฏิกิริยาทางเคมี	◎		◎	◎		
		ทนต่อความเร็วในการหมุนหม้อที่ผลิตปกติในบางโอกาส	○	○	○			
		ใช้ได้กับหม้อเผาที่มี Ovality สูง	◎	◎	○			
	เหมาะสมกับเทคโนโลยีการผลิตของลูกค้าในอนาคต	สามารถใช้กับหม้อเผาขนาดใหญ่มากกว่า 8,000 ตัน/วัน	○		○			
		สามารถใช้ร่วมกับเชื้อเพลิงประเภท Petroleum coke ที่มีปริมาณ Sulphur > 5 %				◎		
		ก่อให้เกิดความสูญเสียความร้อนต่ำในหม้อเผาซิเมนต์					◎	

◎ = มีความสัมพันธ์กันมาก

○ = มีความสัมพันธ์ปานกลาง

ตารางที่ 4.4 คุณสมบัติของวัสดุที่สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนภายใน 5 ปีข้างหน้า

รายการตรวจสอบ	ค่าที่ต้องการ
1. ค่าความยืนหยุ่นตัว	$\geq$ 2.0
2. ค่าความแข็งแรงที่อุณหภูมิ (MPa)	$\geq$80
3. ค่าความต้านทานต่อแรงกดที่อุณหภูมิสูง (องศา C)	$\geq$1,700
4. ค่าความพรุนตัวปรากฏ (%)	$\leq$14
5. ค่าการนำความร้อน (W/mk)	$\leq$2.6
6. ค่าการทนความร้อนสูงสุด (องศา C)	$\geq$1,800

4.2 การพยากรณ์ความต้องการด้านวัสดุในอุตสาหกรรมเหล็ก

สำหรับการศึกษาส่วนนี้ มีวิธีการดำเนินการเหมือนในส่วนที่ 4.1 โดยแบ่งการศึกษาวิจัยออกเป็น 2 ส่วนคือ การศึกษาเทคโนโลยีสำหรับการผลิตเหล็กในปัจจุบัน และการพยากรณ์เทคโนโลยีในอนาคตที่อาจเปลี่ยนแปลงไปโดยมีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟในปัจจุบันภายในระยะเวลา 5 ปีต่อจากนี้

4.2.1 เทคโนโลยีการผลิตเหล็กในปัจจุบัน

ในกระบวนการผลิตเหล็กในปัจจุบันส่วนที่เกี่ยวข้องกับวัสดุทนไฟอันเป็นผลิตภัณฑ์หลักขององค์กรกรณีศึกษา คือ เตาหลอมเหล็ก เบ้ารับน้ำเหล็ก (Ladle) และเบ้ารองน้ำเหล็ก (Tundish) ซึ่งทั้งสามส่วนต้องการหน้าที่พื้นฐานของวัสดุที่มาใช้ป้องกันการหลอมละลายของโครงเหล็กดังนี้

4.2.1.1 เตาหลอมเหล็ก (Electric ARC FURNACE: EAF)

EAF แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แบบใช้ไฟฟ้ากระแสสลับกับแบบที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงในการหลอมละลายเศษเหล็กให้เป็นน้ำเหล็ก ดังแสดงในรูปที่ 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ สำหรับในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นแบบไฟฟ้ากระแสสลับ ในขณะที่ในประเทศที่พัฒนาแล้ว จะเป็นแบบไฟฟ้ากระแสตรงเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายด้านแท่ง Electrode ซึ่ง EAF แบบไฟฟ้ากระแสสลับ ต้อง

ใช้แท่ง Electrode 3 แท่ง ในขณะที่ EAF แบบไฟฟ้ากระแสตรงใช้แท่ง Electrode เพียง 1-2 แท่ง รวมทั้ง EAF แบบไฟฟ้ากระแสตรงจะใช้ปริมาณไฟฟ้าน้อยกว่า สำหรับวัสดุทนไฟที่ใช้ในส่วนต่าง ๆ ใน EAF ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้เป็นพื้นฐานโดยแยกออกตามส่วนประกอบของ EAF

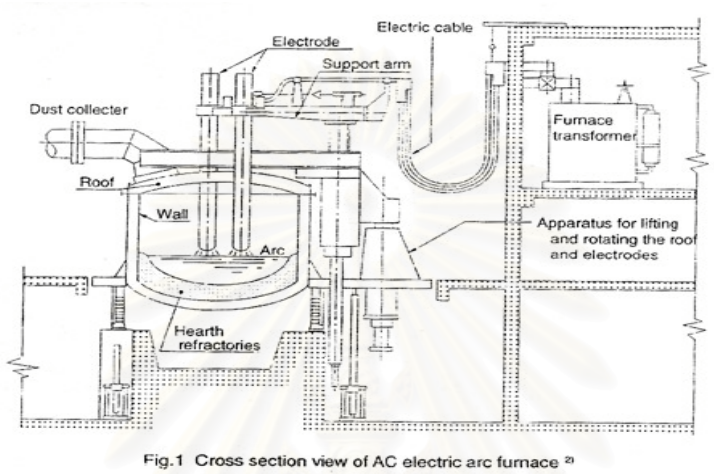
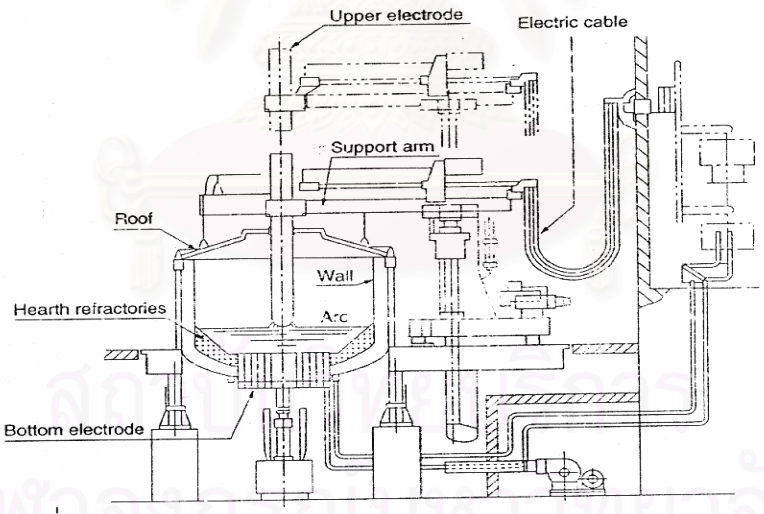


Fig.1 Cross section view of AC electric arc furnace [2]

รูปที่ 4.9 ภาพตัดของ EAF แบบไฟฟ้ากระแสสลับ



รูปที่ 4.10 ภาพตัดของ EAF แบบไฟฟ้ากระแสตรง

ก. พื้นเตา (Heat) เป็นส่วนที่รองรับน้ำเหล็กหลอมละลาย วัสดุต้องสามารถตอบสนองหน้าที่พื้นฐานได้ดังต่อไปนี้

1. ทนต่อความร้อนของน้ำเหล็กโดยไม่หลอม หรือเสียรูปร่างโดยต้องสามารถทนอุณหภูมิได้ประมาณ 1,750 องศาเซลเซียส
2. ทนต่อปฏิกิริยาเคมีของน้ำเหล็กและ Slag
3. มีความแข็งแรงเพียงพอในการรับแรงกระแทกของ Scrap
4. ทนต่อ Chemical / Thermal Spalling

ข. ผนังเตา (Side Wall) วัสดุบริเวณนี้จะถูกขัดสีระหว่างกระบวนการหลอม Scrap โดยมากมักจะเกิดภาวะ Chemical และ Thermal Spalling โดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ส่วนบนที่มีลมเย็นเข้ามาในระบบระหว่างเปิดปิดฝาเตา ส่วนที่ต้องระวังเป็นพิเศษสำหรับวัสดุทนไฟในส่วนนี้ คือ บริเวณ Hot spot หรือบริเวณผนังที่ใกล้แท่ง Electrode มากที่สุด เนื่องจากบริเวณนี้จะได้รับความร้อนและภาวะการทำลายมากกว่าส่วนอื่นของผนังเตา

ค. หลังคาเตา (Roof) วัสดุที่บริเวณฝาเตา ต้องมีความทนทานต่อสภาพ ดังนี้

1. ทนสภาพความร้อนสูงประมาณ 1750 ^{O}C
2. ทนต่อปฏิกิริยาทางเคมีของไอของสารละเหย เช่น Fe0 Ca0 alkalics
3. ทนต่อ Thermal shock ในช่วงที่ปิด-เปิดฝาเตาเพื่อ Charge scrap โดยไม่แตกร่วง
4. ทนต่อแรงดันหรือแรงเครียดที่เกิดจากน้ำหนักของตัวอิฐเอง

ขั้นตอนการหลอมเหล็กที่ส่งผลกระทบต่ออายุของวัสดุ

1. Charging คือ การใส่เศษเหล็ก หรือ Scrap ลงไปในเตาทำให้เกิดการกระแทกระหว่าง Scrap กับวัสดุทำให้วัสดุเกิดการแตกเสียหาย ดังนั้นโดยปกติทางผู้ผลิตเหล็กมาปูที่พื้นเพียงรองรับแรงกระแทก นอกจากนี้แล้วยังต้องควบคุม การ Charge scrap ให้น้อยครั้งที่สุด (ไม่ควรเกิน 2 ครั้ง/เตา) เพราะการเปิด-ปิดฝาเตาบ่อยครั้งมากเกินไปจะทำให้วัสดุแตกเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ร้อน-เย็น ในช่วงที่เปิด-ปิดฝาเตา

2. ช่วงการหลอม (Melt down) เป็นช่วงที่หลอมเศษเหล็ก (scrap) ให้เป็นน้ำเหล็ก มีการใช้ O_2 เข้าช่วยเพื่อแยกสารประกอบที่ไม่ต้องการออก เช่น

$C + O_2$ ---------- > CO

$P + O_2$ ---------- > P_2O_5

$S + O_2$ ---------- > SO_2

$Mn + O_2$ ---------- > MnO

$Fe + O_2$ ---------- > FeO

วัสดุในช่วงนี้จะถูกทำลายด้วยความร้อนเป็นหลัก

3. Refining หรือช่วงการปรับส่วนประกอบทางเคมีของน้ำเหล็ก ในช่วงนี้มีการใส่สารพวก Alloy เช่น Ferro manganese, Ferro silicon, aluminum, CaO, fluorspar เป็นต้น เพื่อที่จะให้สารเหล่านี้ไปอยู่ในเนื้อเหล็กและบางอย่างไปทำปฏิกิริยาดึงสารที่มีอยู่ในเนื้อเหล็กออก ปฏิกิริยาเคมีในช่วงนี้เป็น Reducing ซึ่งเป็นตัวทำลายคุณสมบัติของวัสดุ เนื่องจากจะไปดึงเอา O_2 ออกจากวัสดุ สารที่เป็น Reducing agent ที่มีผลต่อการทำลายวัสดุมาก คือ MnO, FeO และ CaC นอกจากนี้การพ่นผง Carbon หรือ Coke เข้าไปในเตาในปริมาณมาก จะทำให้เกิดปฏิกิริยา Reduce อย่างรุนแรง และเกิดการเผาไหม้ให้ความร้อนทันทีทันใดสูงมาก

4. Tapping คือ ช่วงที่เทน้ำเหล็กออกจากเตา ทำให้เกิดความเสียหายกับวัสดุในเรื่องการเกิด spalling อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเตา

4.2.1.2 **วัสดุที่ใช้ในเบ้ารองน้ำเหล็ก** (Ladle)

วัสดุที่จะใช้ในเบ้ารองน้ำเหล็ก (Ladle) ต้องมีหน้าที่พื้นฐาน ดังนี้

1. ทนทานต่อน้ำเหล็กที่มีอุณหภูมิประมาณ 1680 – 1700 ^{o}C
2. ทนทานต่อ Slag อุณหภูมิประมาณ 1680 – 1700 ^{o}C
3. ทนต่อแรงกระแทกของน้ำเหล็กที่เทออกจากเตา
4. ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว
5. มีค่าการนำความร้อนต่ำ

6. ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำเหล็กและ Slag

4.2.1.3 **วัสดุที่ใช้ในเบ้ารับน้ำเหล็ก** (Tundish)

วัสดุที่ใช้ในเบ้ารับน้ำเหล็ก ต้องมีหน้าที่พื้นฐาน ดังนี้

1. ทนต่ออุณหภูมิของน้ำเหล็กประมาณ 1550 °C
2. มีค่าการนำความร้อนต่ำ
3. ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำเหล็กและ Slag

จากการศึกษาเทคโนโลยีในการหลอมเหล็กในปัจจุบัน พบว่าวัสดุที่จะใช้สำหรับป้องกันโครงสร้างที่เป็นเหล็กไม่ว่าจะเป็นตัวเตาหลอมเหล็ก เบ้ารองน้ำเหล็ก หรือเบ้ารับน้ำเหล็กต้องมีหน้าที่พื้นฐานที่สอดคล้องกัน คือ

1. ทนต่อความร้อนของน้ำเหล็กที่มีอุณหภูมิประมาณ 1680 – 1750 องศาเซลเซียส โดยไม่เสียรูปร่าง
2. ทนต่อปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากน้ำเหล็กและ Slag
3. ทนต่อแรงกระแทกทั้งจากน้ำเหล็ก หรือ ก้อนเหล็ก
4. ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่รวดเร็ว
5. มีค่าการนำความร้อนต่ำ

เนื่องจากการกัดกร่อนของวัสดุในปัจจุบันจะอยู่ที่ส่วนของเบ้ารับน้ำเหล็ก (Ladle) มากที่สุด ดังนั้นหากวัสดุใดสามารถใช้งานที่เบ้ารับน้ำเหล็กได้แสดงว่าสามารถนำไปใช้งาน ณ เตาหลอมเหล็กและเบ้ารับน้ำเหล็กได้เช่นกัน ในปัจจุบันวัสดุที่ใช้ป้องกันโครงสร้างเหล็กในส่วนต่าง ๆ ของการหลอมเหล็ก คือวัสดุทนไฟประเภทหนึ่ง ซึ่งจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตวัสดุทนไฟ สำหรับอุตสาหกรรมเหล็ก จากองค์กรด้านวัสดุทนไฟในระดับโลก พบว่า คุณสมบัติของวัสดุทนไฟที่ต้องพิจารณาในการตอบสนองความต้องการพื้นฐาน ทั้ง 5 ประการประกอบด้วย ค่าความพรุนตัวปรากฏ การทนต่อการกัดกร่อนจาก Slag การทนต่อการกัดกร่อนเนื่องจากปฏิกิริยา Oxidation ความต้านทานต่อแรงกด ณ อุณหภูมิสูง ค่าการนำความร้อน และค่าการทนต่ออุณหภูมิสูงสุด ซึ่งวัสดุทนไฟที่ดีที่สุดในองค์กรสามารถผลิตได้ ณ ปัจจุบันที่ได้รับ

การถ่ายทอดเทคโนโลยีจาก Shinagawa Refractory ซึ่งเป็นผู้ผลิตวัสดุทนไฟอันดับหนึ่งในประเทศญี่ปุ่น มีค่าคุณสมบัติแสดงใน ตารางที่ 4.5 ซึ่งมีอายุการใช้งานในเตาหลอมเหล็กประมาณ 300 ครั้งของการหลอม และในเบ้ารับน้ำเหล็กประมาณ 50 – 60 ครั้ง

ตารางที่ 4.5 ค่าคุณสมบัติของวัสดุทนไฟในอุตสาหกรรมเหล็ก

รายการคุณสมบัติ	ค่าที่วัดได้
1. ค่าความพรุนตัวปรากฏ (%)	3.5
2. การทนต่อการกัดกร่อนจากน้ำเหล็กและ Slag (%)	1.2
3. การทนต่อการกัดกร่อนเนื่องจากปฏิกิริยา Oxidation (%)	3.0
4. ความต้านทานต่อแรงกด ณ อุณหภูมิสูง	>1700
5. ค่าการนำความร้อน	2.5
6. ค่าการทนต่ออุณหภูมิสูงสุด	>1700

4.2.2 แนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเหล็กในอนาคต (พ.ศ.2543 – พ.ศ.2547)

จากเอกสารเรื่อง Steel Technology Roadmap ที่ปรากฏใน www.steel.org ได้มีการทำนายถึงทิศทางของอุตสาหกรรมเหล็ก และวัสดุที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คือ วิสัยทัศน์ของอุตสาหกรรมเหล็ก จะเป็นส่วนสำคัญในระบบเศรษฐกิจโดยที่ต้องมีผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่พอใจของลูกค้า ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมและมีราคาที่สามารถแข่งขันได้ การที่จะบรรลุวิสัยทัศน์นั้นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องใน 4 ด้าน ดังนี้

1. กระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ
2. การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reused)
3. การรักษาสิ่งแวดล้อม
4. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับตลาดอยู่ตลอดเวลา

การผลิตเหล็กในปัจจุบันมีกระบวนการผลิตที่สำคัญแบ่งออกเป็น 2 ประเภทที่สำคัญ คือ แบบ Basic oxygen furnace (BOF) กับ Electric arc furnace (EAF) สำหรับลูกค้าขององค์กร

ในกรณีศึกษาใช้กรรมวิธีการผลิตแบบ EAF ทั้งหมด ดังนั้นในรายละเอียดจะขอกล่าวถึงเฉพาะการผลิตเหล็กโดยอาศัย EAF เท่านั้น

4.2.2.1 การผลิตเหล็กด้วยใช้เตาหลอมเหล็กแบบ EAF

การพัฒนาการผลิตเหล็กโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้าเริ่มมาตั้งแต่ ทศวรรษที่ 60 และพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยสามารถเพิ่มประสิทธิผลการผลิตจาก 10 ตัน/ชั่วโมง เป็น 100 ตัน/ชั่วโมง ตลอดจนถึงลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าลงจาก 550 kWh/ตัน น้ำเหล็กเหลือ 375 kWh/ตันน้ำเหล็ก สำหรับแนวโน้มและสิ่งจำเป็นในการพัฒนากระบวนการผลิตเหล็กในทศวรรษที่ 21 มองได้หลายมุมมอง ดังนี้

1. วัตถุดิบ สำหรับวัตถุดิบที่นำมาทำน้ำเหล็กในอดีต เป็นแร่เหล็ก 100% แต่สำหรับในปัจจุบันและอนาคตเปลี่ยนมาใช้เศษเหล็กในสัดส่วนที่มากขึ้นตลอดเวลา ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและพัฒนาถึงความหนาแน่นของเศษเหล็ก จุดหลอมตัว เปอร์เซ็นต์คาร์บอน และแร่อื่น ๆ ที่เป็นสิ่งปลอมปน เนื่องจากสิ่งเหล่านี้ส่งผลโดยตรงต่อเวลาการหลอม และอุณหภูมิที่ต้องใช้หลอมเหล็ก นั้นหมายถึงต้นทุนโดยตรงด้านพลังงานสำหรับการผลิตเหล็กโดยใช้เตาหลอมแบบ EAF

2. ลดการสูญเสียในกระบวนการผลิต (Process yield) เนื่องจาก ในการผลิตเหล็กนั้นในแต่ละครั้งของการหลอมจะหลอมเหล็กที่มีคุณภาพต่างกันตามความต้องการของลูกค้าแต่ละราย โดยปกติการสูญเสียจะสูญเสียน้ำเหล็กไปในรูปของ Slag โดยปกติจะอยู่ที่ประมาณ 1.5% การลดการสูญเสียในส่วนนี้ต้องมีการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบที่เข้ามาให้มีสิ่งปลอมปนและสารจำพวกอโลหะให้น้อยที่สุด

3. การประหยัดพลังงาน โดยต้องลดเวลาในการหลอมละลายเหล็กให้น้อยที่สุด ตลอดจนถึงลดการสูญเสียความร้อนในระหว่างกระบวนการดังกล่าว ซึ่งมีแนวความคิด ในการพัฒนาด้านพลังงาน ดังนี้

- สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้ากับเชื้อเพลิงอื่น ๆ โดยมีการใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นช่วยในการหลอมละลายเหล็ก เช่น การทำให้ในระบบการหลอมเหล็กจะมีสัดส่วนของก๊าซ

คาร์บอนมอนอกไซด์ (Co) และก๊าซไฮโดรเจน (H_2) มากขึ้นนั้นหมายถึงปริมาณ Slag ในน้ำเหล็ก จะมากขึ้นเช่นกัน

- เปลี่ยนการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับมาเป็นกระแสตรง มีการเริ่มพัฒนาเตาหลอมเหล็กโดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรงมาใช้เนื่องจากจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องของแท่งอิเลคโทรด (Electrode)

4.2.2.2 **การปรุงน้ำเหล็กโดยใช้เบ้ารับน้ำเหล็ก** (Ladle Refining)

ในการปรุงน้ำเหล็กนั้น หมายถึง การปรับสภาพน้ำเหล็กให้เป็นที่ต้องการ ตลอดจนถึงเป็นวิธีการที่ทำให้กระบวนการผลิตเหล็กมีความยืดหยุ่นมากขึ้น โดยในปัจจุบันประเด็นที่ต้องพิจารณา คือ อุณหภูมิและเวลาที่เบ้ารับน้ำเหล็กต้องรับน้ำเหล็กไว้ สำหรับแนวโน้มในอนาคตที่จำเป็นต้องปรับปรุงอย่างเร่งด่วน คือ การลดเวลาที่ใช้ในการปรุงน้ำเหล็กและเวลาสูญเสียอื่นๆ ทั้งหมดในกระบวนการส่วนนี้ เช่น เวลาในการเคลื่อนย้ายเบ้ารับน้ำเหล็ก เวลาในการอุ่นเบ้ารับน้ำเหล็ก หลังการติดตั้งวัสดุ เป็นต้น

จากแนวโน้มการพัฒนาทางเทคโนโลยีที่ได้กล่าวมานั้น ในทัศนะของผู้เชี่ยวชาญเชื่อว่ากระบวนการผลิตเหล็ก ยังคงหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุทนไฟไม่ได้ในระยะ 5 ปีต่อจากนี้ เพียงแต่วัสดุทนไฟอาจต้องเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติไปบางประการ เพื่อช่วยตอบสนองวิสัยทัศน์ของผู้ผลิตเหล็กในเรื่องการเพิ่มผลผลิต การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การประหยัดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานด้วยการเพิ่มอายุการใช้งานให้ยาวนานขึ้น สำหรับคุณสมบัติของวัสดุทนไฟที่ต้องได้รับการพัฒนานั้นแสดงในตารางที่ 4.6 และค่าคุณสมบัติของวัสดุทนไฟ แสดงในตารางที่ 4.7 ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 คุณสมบัติของวัสดุทนไฟที่ต้องได้รับการพัฒนาสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กภายใน 5 ปีข้างหน้า

Quality demand			Quality characteristic					
			ปฏิกิริยาเคมีกับน้ำเหล็กและ slag	% การกัดกร่อนจาก slag	% การทนต่อ Oxidation	ความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว	คงรูปที่อุณหภูมิสูง	ทนต่อน้ำเหล็กและ slag
Primary	Secondary	Tertiary						
คุณภาพของวัสดุ ทนไฟในอุตสาหกรรมเหล็ก	เหมาะสมกับสภาพเทคโนโลยีการผลิตของลูกค้าในปัจจุบัน	ทนต่อน้ำเหล็กอุณหภูมิ 1680 – 1700 C	◯					⦿
		ทนต่อ slag อุณหภูมิ 1680 – 1700 C		⦿				⦿
		ทนต่อแรงกระแทกของน้ำเหล็กหรือ Scrap				⦿		
		ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว	◯					
		ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำเหล็กและ slag	⦿	⦿				
	เหมาะสมกับสภาพเทคโนโลยีการผลิตในอนาคต	ช่วยรักษาอุณหภูมิของน้ำเหล็ก					⦿	
		เวลาในการอุ่นก่อนใช้งานต่ำ					⦿	
		สามารถใช้กับน้ำเหล็กที่มี CO สูง		⦿	⦿			

⦿ มีความสัมพันธ์กันมาก ◯ มีความสัมพันธ์ปานกลาง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 ค่าคุณสมบัติของวัสดุทนไฟสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กในอนาคต

รายการคุณสมบัติ	ค่าที่ต้องการ
1. ค่าความพรุนตัวปรากฏ (%)	≤3.0
2. การทนต่อการกัดกร่อนเนื่องจาก slag (%)	≤0.5
3. การทนต่อการกัดกร่อนเนื่องจาก Oxidation (%)	0.0
4. ความต้านทานต่อแรงกด ณ. อุณหภูมิสูง (องศา C)	>1700
5. ค่าการนำความร้อน (W/mk)	≤1.0
6. ค่าการทนต่ออุณหภูมิสูงสุด (องศา C)	>1700

4.3 บทสรุป

จากการศึกษาถึงความต้องการพื้นฐานของวัสดุที่มีความจำเป็นต้องใช้ในอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ และอุตสาหกรรมเหล็ก รวมทั้งการพยากรณ์เทคโนโลยีการผลิตในอุตสาหกรรมทั้งสองภายในระยะเวลา 5 ปี นับจากนี้ (พ.ศ. 2543 – พ.ศ. 2547) พบว่าวัสดุทนไฟยังคงมีบทบาทในการใช้งานอยู่อย่างแน่นอน เนื่องจากยังไม่มีวัสดุอื่นใดทดแทนได้ แต่วัสดุทนไฟจำเป็นจะต้องมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมบางประการเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าทั้งในปัจจุบัน และในอนาคตอีก 5 ปี ข้างหน้าได้ดีขึ้น

เนื่องจากวัสดุทนไฟที่จะสามารถตอบสนองความต้องการดังกล่าวนั้น ในฐานะผู้ผลิตวัสดุทนไฟนั้น มักมีผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปได้ในการพัฒนาหลายทางเลือกเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว และยังมีประเด็นสำคัญอีกหลายประเด็น เช่น วัสดุทนไฟชนิดนั้นสามารถตอบสนองความต้องการได้ดีแล้ว ความคุ้มค่าของผู้ผลิตเป็นเท่าใด หรือผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาอาจมีคุณสมบัติไม่เทียบเท่ากับที่ต้องการ เนื่องจากข้อจำกัดด้านเทคโนโลยี Know How ที่ใช้ในการผลิตหรือสาเหตุอื่น แต่มีราคาต่ำกว่าคู่แข่งขันมาก ลูกค้าจะยอมใช้หรือไม่ เป็นต้น จะเห็นว่า การเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์มักมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องอยู่หลายปัจจัย และกระบวนการสรรหาปัจจัยกับการสร้างรูปแบบการตัดสินใจก็มีส่วนสำคัญในการทำให้องค์กรเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ถูกต้องได้ ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์กับทุกฝ่าย ทั้งลูกค้า ผู้ผลิต และสังคม ดังที่จะขอกล่าวในบทถัดไป

บทที่ 5
กระบวนการพัฒนาระบบการตัดสินใจ เลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาตามหลักการ AHP

จากบทที่ 3 ได้กล่าวถึงการคัดเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับพัฒนาขององค์กรกรณีศึกษาในอดีต พบว่ามีจุดบกพร่องหลายประการ เช่น ในโลกแห่งความเป็นจริงในธุรกิจอุตสาหกรรมนั้น การพิจารณาให้ผลิตภัณฑ์ใดได้รับการคัดเลือกให้พัฒนาก่อนหรือหลังนั้น ปัจจัยในการพิจารณามักอยู่ในรูปของโครงสร้างที่สลับซับซ้อน ดังนั้นการกำหนดน้ำหนักปัจจัยจึงกระทำได้ยาก ส่งผลให้การประเมินทางเลือกของผลิตภัณฑ์ผิดพลาดไม่บรรลุถึงวัตถุประสงค์ขององค์กร รวมทั้งการขาดกฎเกณฑ์มาตรฐานในการให้คะแนนของทางเลือกที่เสนอพิจารณาในแต่ละปัจจัย จึงอาจเกิดความลำเอียงในการพิจารณาเลือกทางเลือกที่เหมาะสม และจากบทที่ 4 สามารถกำหนดคุณสมบัติของวัสดุทนไฟที่คาดว่าเหมาะสมกับเทคโนโลยีการผลิตของลูกค้าทั้งในปัจจุบันและในอนาคตอีก 5 ปีข้างหน้าสำหรับอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์และอุตสาหกรรมเหล็ก (พ.ศ.2543 – พ.ศ.2547) ซึ่งมีวัสดุทนไฟหลายประเภทที่สามารถตอบสนองความต้องการดังกล่าวได้ ดังนั้นขั้นตอนต่อไปนี้ คือ การมีระบบคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งทางผู้วิจัยได้เสนอแนะให้ประยุกต์ใช้การตัดสินใจด้วยเทคนิคกระบวนการแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ซึ่งมีกระบวนการดังนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ของการตัดสินใจ สำหรับการศึกษาวิจัยนี้ กำหนดให้วัตถุประสงค์ของการตัดสินใจ คือ ผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่สมควรได้รับการพัฒนาสำหรับอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ และอุตสาหกรรมเหล็ก

2. การกำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาและคำนวณหาน้ำหนักของปัจจัยดังกล่าวด้วยหลักการการเปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise comparison)

3. การจัดทำระดับคะแนนมาตรฐานในแต่ละปัจจัย สำหรับเปรียบเทียบทางเลือกที่เสนอให้พิจารณาภายใต้กฎเกณฑ์ที่เหมือนกัน เพื่อลดความลำเอียงในการให้คะแนนทางเลือก

4. การประมวลผลการตัดสินใจโดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice ซึ่งเป็นโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจที่สามารถคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญโดยรวมของทางเลือก และสามารถวิเคราะห์ผลการตัดสินในเมื่อปัจจัยที่พิจารณามีน้ำหนักความสำคัญที่เปลี่ยนไป

โดยที่ขั้นตอนที่ 2 และ 3 นั้นจัดทำโดยคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์จำนวน 7 ท่าน ขององค์กรกรณีศึกษาร่วมกับผู้วิจัย เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้สะท้อนสภาพความเป็นจริงของธุรกิจวัสดุทนไฟสำหรับองค์กรกรณีศึกษามากที่สุด

สำหรับคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษา อันเป็นคณะบุคคลที่มีส่วนสำคัญยิ่งสำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากเป็นคณะบุคคลที่ทำการกำหนดปัจจัยในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ สำหรับการพัฒนาให้เหมาะสมกับเทคโนโลยีการผลิตของลูกค้าในปัจจุบัน และอนาคตในระยะ 5 ปีต่อจากนี้ รวมทั้งความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางธุรกิจด้านอื่น ๆ และเป็นผู้กำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ รวมทั้งเป็นผู้กำหนดระดับคะแนนมาตรฐานด้วยนั้น ซึ่งการคัดเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาพัฒนาจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประสบความสำเร็จในตลาดมากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับบุคคลคณะนี้ ดังนั้นคุณสมบัติประจำตัวของคณะกรรมการผลิตภัณฑ์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ประสบความสำเร็จให้กับองค์กร ซึ่งในการวิจัยนี้ ได้รวบรวมคุณสมบัติเฉพาะตัวของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษาดังนี้

1. ผู้จัดการโรงงาน เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในงานผลิตวัสดุทนไฟมากกว่า 16 ปี ได้รับการถ่ายทอดทางเทคโนโลยีด้านวัสดุทนไฟจากบริษัทชั้นนำด้านวัสดุทนไฟและเซรามิกส์จากหลายบริษัททั่วโลก ตลอดจนถึงเป็นผู้ที่เชี่ยวชาญด้านกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ ในการออกแบบจัดซื้อเครื่องจักรในการผลิตผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ

2. ผู้อำนวยการฝ่ายการตลาด เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบการใช้งานวัสดุทนไฟ และวัสดุอื่น ที่ใช้ในอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ และอุตสาหกรรมเหล็ก รวมทั้งการติดตั้ง การให้คำแนะนำปรึกษากับผู้ใช้งานมากตลอด 27 ปี นอกจากนี้ยังเชี่ยวชาญด้านการกำหนดกลยุทธ์ด้านการวางผลิตภัณฑ์เพื่อออกจำหน่ายในตลาด

3. วิศวกรใหญ่พัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นผู้ที่ผ่านประสบการณ์ด้านการวิจัยและพัฒนาวัสดุทนไฟสำหรับอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากกว่า 15 ปี รวมทั้งได้รับการอบรมด้านวัสดุศาสตร์ สาขาเซรามิกส์ ผู้ผลิตวัสดุทนไฟทั่วโลก นอกจากนี้เป็นวิทยากรอบรมความรู้ทางด้านวัสดุทนไฟให้กับโรง

งานปูนซิเมนต์และโรงงานหลอมเหล็กหลายแห่งในประเทศไทย ตลอดจนถึงเป็นผู้ติดตามเทคโนโลยีด้านวัสดุที่ใช้ในอุณหภูมิสูงอย่างต่อเนื่อง

4. หัวหน้าส่วนผลิต เป็นผู้มีประสบการณ์ในด้านกระบวนการผลิตวัสดุทนไฟให้มีคุณภาพสม่ำเสมอ เป็นระยะเวลามากกว่า 5 ปี นอกจากนี้ยังมีประสบการณ์ด้านการขายวัสดุทนไฟในอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ และอุตสาหกรรมเหล็กในประเทศแถบอาเซี่ยน และออสเตรเลีย อีก 7 ปี

5. หัวหน้าส่วนขาย เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านการกำหนดกลยุทธ์การขาย การตลาด การส่งเสริมการขายวัสดุทนไฟมานานกว่า 15 ปี

6. หัวหน้าส่วนซ่อมบำรุงและวิศวกรรม เป็นผู้มีประสบการณ์ในการออกแบบ ติดตั้ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักรในกระบวนการผลิตวัสดุทนไฟมานานกว่า 15 ปี รวมทั้งเป็นผู้ติดตามเทคโนโลยีในการผลิตอย่างต่อเนื่อง

7. หัวหน้าส่วนส่งเสริมการผลิต เป็นผู้ที่จบปริญญาโททางด้านเซรามิกส์จากมหาวิทยาลัยจอร์เจียเทคโนโลยี จากประเทศสหรัฐอเมริกา และมีความรู้ความสามารถในการช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์ ควบคุมกระบวนการผลิต และ ประกันคุณภาพของวัสดุทนไฟ มีประสบการณ์การทำงานมากกว่า 12 ปี

5.1 การกำหนดวัตถุประสงค์ของการตัดสินใจ

สำหรับการกำหนดวัตถุประสงค์ของการตัดสินใจในการศึกษาวิจัยนี้ คือ ผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่สมควรได้รับการพัฒนาสำหรับอุตสาหกรรมซิเมนต์และอุตสาหกรรมเหล็ก ซึ่งเป็นส่วนตลาดที่สำคัญที่สุดขององค์กรกรณีศึกษา โดยมียอดขายมากกว่าร้อยละ 70 ถึง 80 ของยอดขายผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่องค์กรได้ผลิตและจัดจำหน่ายในปัจจุบัน

5.2 การกำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา

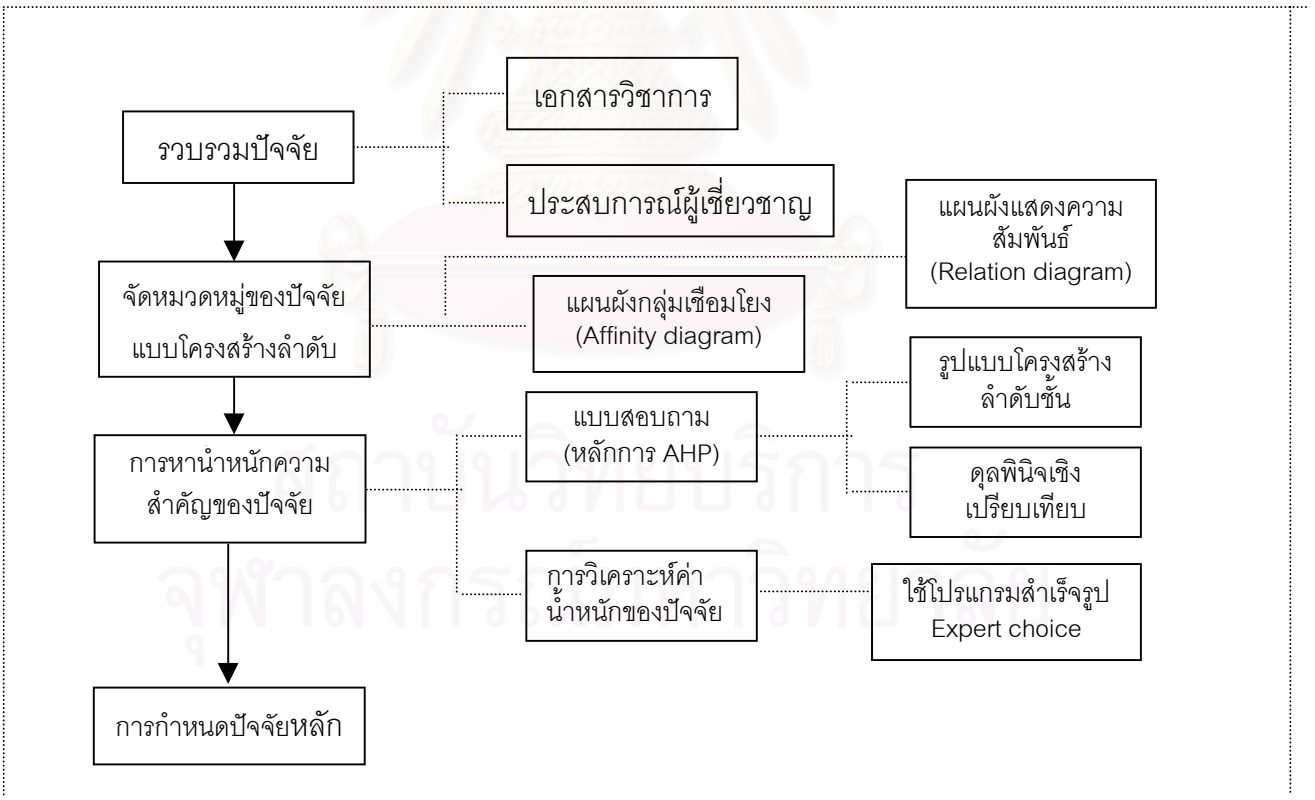
สำหรับการกำหนดปัจจัยและการหาน้ำหนักความสำคัญในการเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟในการพัฒนา มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. การรวบรวมปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาจากเอกสารทางวิชาการ ความคิดเห็น และประสบการณ์ของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษา

2. จัดหมวดหมู่ปัจจัยโดยอาศัยเทคนิควิธี แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram) และแผนผังแสดงความสัมพันธ์ (Relation diagram) โดยการจัดทำและพิจารณาจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางความคิดขององค์กร

3. การหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย โดยการแปลงผังแสดงความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างลำดับชั้นรวมทั้งดำเนินการเปรียบเทียบปัจจัยที่ละคู่และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice ช่วยในการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

สำหรับขั้นตอนดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 5.1 และกล่าวในรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังแสดงต่อไปนี้



รูปที่ 5.1 ขั้นตอนการกำหนดปัจจัยหลักและการหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา

5.2.1 การรวบรวมปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ

การรวบรวมปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดำเนินการจากการรวบรวมจากหนังสือ บทความวิชาการในด้านการบริหารทั่วไป ผสมผสานกับการระดมความคิดของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในองค์กรกรณีศึกษาในการแสดงความเห็นในเรื่องปัจจัยที่ต้องพิจารณาการเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา โดยการเขียนปัจจัยต่าง ๆ ลงบนกระดานดำขนาดใหญ่ ซึ่งการเขียนปัจจัยดังกล่าวจะเขียนปัจจัยที่ได้จากบทความวิชาการก่อน แล้วจึงให้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมอื่น ๆ ขึ้นมา โดยการจดปัจจัยทุกปัจจัยที่คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์แต่ละท่านกล่าวออกมา

5.2.2 การจัดหมวดหมู่ปัจจัยให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างลำดับขั้น

จากปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาที่สามารถรวบรวมได้จากเอกสารวิชาการและจากการระดมสมองของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์มีจำนวนมาก ทางผู้วิจัยจึงได้แนะนำให้มีการจัดหมวดหมู่ปัจจัยให้ชัดเจนและมีโครงสร้างที่เป็นระเบียบเพื่อความสะดวกในการพิจารณา จึงใช้หลักการแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram) และแผนผังแสดงความสัมพันธ์ (Relation diagram) มาประยุกต์ใช้ตามขั้นตอนต่อไปนี้ เพื่อให้เกิดการพัฒนาแนวความคิดของปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้นของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยไม่ยึดติดกับแนวความคิดเก่าและประสบการณ์ของตนเองมากเกินไป แล้วจึงทำการแปลงแผนผังกลุ่มเชื่อมโยงและแผนผังแสดงความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างลำดับชั้นต่อไป

5.2.2.1 การสร้างแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram)

เนื่องจากปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับพัฒนานั้นมีอยู่จำนวนมากอาจเกิดความไม่ชัดเจนในการมองปัจจัยต่าง ๆ ให้เป็นระบบขึ้นได้ ดังนั้นเพื่อจัดหมวดหมู่ปัจจัยต่าง ๆ ให้มีความชัดเจนและอยู่ในโครงสร้างที่เป็นระเบียบและเหมาะสมกับวัฒนธรรมองค์กร จึงได้ประยุกต์ใช้แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram) ซึ่งเป็น 1 ใน 7 ของเครื่องมือควบคุมคุณภาพยุคใหม่ (New 7 QC tools) โดยมีกระบวนการดังนี้ ใช้กระดาษตัดเป็นบัตรคำแล้วใส่ชื่อปัจจัยที่คาดว่า

จะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั้งหมดลงบนบัตรคำ โดยที่บัตรคำ 1 ใบ จะมีชื่อปัจจัย 1 ปัจจัย ปรากฏอยู่ หลังจากนั้นให้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษาจำนวน 7 ท่าน มาดำเนินการพิจารณาว่าปัจจัยใดน่าจะมีความเชื่อมโยงกับปัจจัยอื่นบ้าง แล้วนำมาคัดแยกเป็นกลุ่มไว้ ตัวอย่างเช่น คำว่า คุณภาพ ราคาขาย และความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน ทางคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์คิดว่าน่าจะมีความเชื่อมโยงกัน จึงนำมาจัดกลุ่มรวมกันไว้ แล้วจึงมาช่วยกันระดมความคิดในการค้นหาคำใหม่ เพื่อบ่งบอกถึงความเชื่อมโยงกันของคำทั้ง 3 คำ ซึ่งคำใหม่นี้อาจมีได้หลายคำ จึงต้องพยายามเปรียบเทียบหาคำมี่คิดว่าดีที่สุด ซึ่งในกรณีนี้ทางคณะกรรมการใช้หลักการลงคะแนนเสียง หากคำใดได้คะแนนเสียงสูงสุด ก็จะใช้คำนั้นเป็นตัวแทนของกลุ่มคำที่คิดว่าน่าจะมีความเชื่อมโยงกัน โดยที่คำนั้น คือ คุณค่าต่อลูกค้า เป็นต้น สำหรับการจัดกลุ่มนั้นได้พยายามจัดกลุ่มที่คิดว่าเป็นปัจจัยย่อยที่สุด แล้วพัฒนาขึ้นมาเป็นปัจจัยที่อยู่ในชั้นที่เหนือขึ้นมาตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความคิดที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรร และเป็นการถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ จากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์แต่ละท่านสู่คณะกรรมการท่านอื่น ๆ รวมทั้งจะช่วยให้แนวความคิดอยู่ในระบบที่เป็นโครงสร้างที่ชัดเจนและสามารถตรวจสอบถึงความเหมาะสมได้เป็นอย่างดี โดยกระบวนการดังกล่าวต้องทำจนกระทั่งคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุกท่านเห็นสมควรว่าเหมาะสมที่สุด แล้วจึงยุติกระบวนการจัดกลุ่มเชื่อมโยงและคิดค้นคำศัพท์ใหม่เพื่อแสดงความเชื่อมโยงของกลุ่มปัจจัยนั้น ๆ

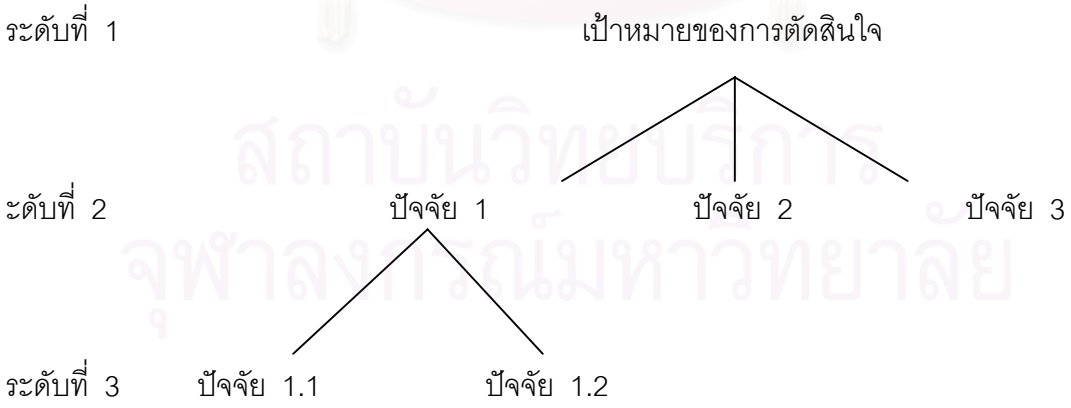
5.2.2.2 **การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์**

เนื่องในโลกแห่งธุรกิจอุตสาหกรรมปัจจัยต่าง ๆ ที่ต้องพิจารณาในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนานั้นมักมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันไม่มากก็น้อย ดังนั้นจากการจัดทำผังกลุ่มเชื่อมโยงเพียงอย่างเดียวอาจไม่เหมาะสมเท่าที่ควร เนื่องจากการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยอาจบิดเบือนเนื่องจากความเป็นจริง ซึ่งเทคนิคการจัดทำแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟนั้น กระทำโดยนำเอาปัจจัยที่ได้จากการทำแผนผังกลุ่มเชื่อมโยงมาเขียนชื่อปัจจัยต่าง ๆ ลงบนกระดานดำขนาดใหญ่ แล้วทำวงกลมล้อมรอบปัจจัยเหล่านั้น 1 วงต่อ 1 ชื่อ หลังจากนั้นให้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดำเนินการลากลูกศรปัจจัยต่าง ๆ ที่คิดว่ามีความสัมพันธ์เป็นเหตุผลกัน โดยกำหนดให้หัวลูกศรแทนปัจจัยที่เป็นผล และหางลูกศรแทนปัจจัยที่เป็นเหตุ โดยที่เป้าหมายของการพิจารณา คือ ผลิตภัณฑ์ที่สมควรได้รับการพัฒนา ให้

ทำช่องสี่เหลี่ยมล้อมรอบไว้ตรงกลางกระดาน ซึ่งการดำเนินการจัดสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์นี้จะช่วยพัฒนาแนวความคิดของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มองปัจจัยต่าง ๆ จากหลายมุมมองให้เกิดเป็นภาพเดียวกันและทำให้สามารถเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ต้องพิจารณาอย่างเป็นระบบระเบียบมากยิ่งขึ้น

5.2.2.3 การสร้างแบบจำลองแบบโครงสร้างลำดับชั้น

จากหัวข้อที่ 5.2.1 และ 5.2.2 ซึ่งเป็นการจัดหมวดหมู่ และหาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่ได้พัฒนายังมีจุดอ่อนคือ มองเห็นแต่เพียงปัจจัยที่คาดว่าจะมีความสำคัญบ้าง แต่ยังไม่ชัดเจนนัก เนื่องจากการที่จะระบุน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยใด ปัจจัยหนึ่งให้เป็นตัวเลขคงกระทำได้ไม่ง่ายนัก เนื่องจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์แต่ละท่านหรือแต่ละคณะย่อมมีความคิดเห็นหรือมุมมองที่แตกต่างกัน หรือให้ความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่ตนเองมีประสบการณ์ในการรับรู้ในอดีตมากกว่าปัจจัยที่ตนเองมีประสบการณ์ในอดีตน้อย แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งเรียกว่า เทคนิคกระบวนการลำดับเชิงวิเคราะห์ โดยที่กระบวนการดังกล่าวจะสามารถหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยได้อย่างสมเหตุผล โดยการเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pairwise comparison) สำหรับการหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยจะกล่าวโดยละเอียดในส่วนที่ 5.2.2.2 แต่เทคนิควิธีนี้จำเป็นต้องจัดรูปแบบปัญหาให้เป็นโครงสร้างลำดับชั้นดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 การจัดรูปแบบปัญหาแบบโครงสร้างลำดับชั้น

สำหรับการเขียนแบบจำลองแบบโครงสร้างลำดับชั้นนั้น สามารถนำเอาแผนผังแสดงความสัมพันธ์และแผนผังกลุ่มเชื่อมโยงมาเขียนได้ทันที โดยที่เป้าหมายการตัดสินใจคือ สิ่งที่เราต้องการหาคำตอบ ซึ่งก็คือคำที่ถูกล้อมรอบด้วยสี่เหลี่ยม สำหรับปัจจัยระดับที่ 2 ก็คือปัจจัยที่มีหัวลูกศรมุ่งเข้าหากรองสี่เหลี่ยมนั่นเอง สำหรับปัจจัยลำดับที่ 3 ก็คือปัจจัยที่มีหัวลูกศรพุ่งเข้าสู่ปัจจัยลำดับที่ 3 หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ปัจจัยที่มีระดับต่ำกว่าจะมีหัวลูกศรในแผนผังแสดงความสัมพันธ์ พุ่งเข้าหาปัจจัยที่อยู่สูงกว่า 1 ระดับเสมอ ในกรณีที่ปัจจัยต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ข้ามกลุ่มกัน สามารถแสดงได้โดยการเขียนเส้นประ

5.2.3 การคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

สำหรับการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่ได้มาจากการเขียนในรูปแบบโครงสร้างลำดับชั้นนั้น ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice ช่วยในการคำนวณ โดยยึดหลักการเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่อยู่ในระดับเดียวกันเป็นคู่ ๆ โดยให้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรจำนวน 7 ท่าน เป็นผู้พิจารณาเปรียบเทียบ สำหรับกระบวนการเปรียบเทียบนั้น ได้ให้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์แต่ละท่านทำการเปรียบเทียบปัจจัยทีละคู่จากแบบสอบถาม ซึ่งแบบสอบถามนี้จะอ้างอิงการเปรียบเทียบปัจจัยในแต่ละระดับตามรูปแบบโครงสร้างลำดับชั้นที่ได้ เพื่อให้คณะกรรมการแต่ละท่านมีอิสระในการเปรียบเทียบปัจจัยโดยไม่มีความลำเอียง เนื่องจากการตอบแบบสอบถามเพียงเพื่อให้สอดคล้องกับผู้บังคับบัญชาในระดับที่สูงกว่า โดยที่การเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยยึดการเปรียบเทียบความสำคัญตามแนวความคิดของ Dr. Thomas Saaty ดังแสดงในตารางที่ 5.1

สำหรับในกรณีที่พิจารณาอยู่ทั้งหมดมีความสัมพันธ์ข้ามกลุ่มกันเนื่องจากโดยปกติการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปัจจัยมักอยู่ในของโครงข่ายมากกว่าอยู่ในรูปลำดับชั้นปกติ ทำให้การคำนวณน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยด้วยโปรแกรม Expert Choice นั้น ตอนที่สร้างแบบจำลอง จำเป็นต้องกำหนดชื่อปัจจัยที่ข้ามกลุ่มหลักกันให้อยู่ทั้งสองกลุ่ม โดยกำหนดชื่อ และนิยามให้เหมือนกัน โดยที่น้ำหนักปัจจัยที่ข้ามกลุ่มกันนั้น โปรแกรม Expert Choice สามารถแสดงผลในรูปน้ำหนักความสำคัญ โดยรวมของปัจจัยนั้นจากทั้งสองกลุ่มปัจจัยด้วยฟังก์ชัน Distributive Mode แต่หากต้องการทราบถึงน้ำหนักของปัจจัยที่ปรากฏชื่อข้ามกลุ่มหลักว่ามีความสำคัญภายในแต่ละกลุ่มเท่าไรนั้น โปรแกรม Expert Choice สามารถแสดงได้ด้วยฟังก์ชัน View Sideways

ตารางที่ 5.1 เกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบความสำคัญ (จากแนวคิดของ Dr.Thomas Saaty)

ค่าความสำคัญ	คำนิยาม	คำอธิบาย
1	มีความสำคัญเท่ากัน	ปัจจัยทั้งสองที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบมีความสำคัญเท่าเทียมกัน
3	มีความสำคัญมากกว่าพอประมาณ	ปัจจัยที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยอีกตัวหนึ่งพอประมาณ
5	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัด	ปัจจัยที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยอีกตัวหนึ่งอย่างเด่นชัด
7	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัดกว่า	ปัจจัยที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยหนึ่งอย่างเด่นชัดมาก
9	มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง	ค่าความสำคัญสูงสุดที่จะเป็นไปได้ในการพิจารณาเปรียบเทียบปัจจัยทั้งสอง
2,4,6,8	เป็นค่าความสำคัญระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น	ค่าความสำคัญในการเปรียบเทียบปัจจัยถูกพิจารณาว่าควรเป็นค่าระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น

หลังจากได้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์แต่ละท่านครบ 7 ท่าน ซึ่งน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาจให้น้ำหนักความสำคัญไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงกำหนดให้ใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตเป็นตัวแทนของน้ำหนักปัจจัยนั้น เนื่องจากน้ำหนักความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบปัจจัยทีละคู่ที่ผ่านการคำนวณจากโปรแกรม Expert Choice นั้น อยู่ในรูปอัตราส่วน (ต่อหนึ่ง) หลังจากนั้นนำเอาค่าเฉลี่ยเรขาคณิตดังกล่าวมาคำนวณเป็นน้ำหนักความสำคัญแบบถ่วงน้ำหนัก เนื่องจากหากนำเอาค่าเฉลี่ยเรขาคณิตที่แทนน้ำหนักของแต่ละปัจจัยมารวมกันจะน้อยกว่า 1 ทำให้น้ำหนักความสำคัญที่ได้ในแต่ละปัจจัยไม่สะท้อนน้ำหนักความสำคัญที่แท้จริง โดยวิธีการคิดค่าน้ำหนักความสำคัญแบบถ่วงน้ำหนักสามารถทำได้ดังตัวอย่าง

สมมติมีปัจจัยอยู่ 3 ปัจจัย คือ ปัจจัย ก ปัจจัย ข และปัจจัย ค ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของน้ำหนักความสำคัญเป็น 0.1 0.3 และ 0.5 ตามลำดับ จะเห็นว่าผลรวมของค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทั้งสามเป็น 0.9 ดังนั้นหากต้องการให้มีค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทั้งสามมีค่ารวมกันเท่ากับ 1 แล้วต้องทำการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยแบบถ่วงน้ำหนัก โดยการนำค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยนั้นหารด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของปัจจัยทั้งหมด จะได้ค่าน้ำหนักความสำคัญแบบถ่วงน้ำหนักของปัจจัย ก เป็น 0.1/0.9 เท่ากับ 0.111 ปัจจัย ข เป็น 0.333 และปัจจัย ค เป็น 0.556 ซึ่งทำให้ผลรวมของน้ำหนักความสำคัญแบบถ่วงน้ำหนักของปัจจัยทั้งสามเท่ากับ 1

5.3 การจัดทำระดับคะแนนมาตรฐาน

จากส่วนที่ 5.2 ทำให้ทราบถึงปัจจัย และน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา ดังนั้น การที่จะหาผลคะแนนโดยรวมของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ต้องการพัฒนาต้องมีการระบุระดับคะแนนที่ชัดเจนว่าในแต่ละปัจจัย ทางเลือกนั้นได้รับระดับคะแนนเท่าใด โดยการกระทำดังกล่าว เพื่อป้องกันความเอนเอียงในการประเมินผลทางเลือก รวมทั้งทำให้การประเมินผลผลิตภัณฑ์ เป็นไปอย่างรวดเร็วมีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับความเป็นจริงทางธุรกิจอุตสาหกรรม สำหรับการจัดทำระดับคะแนนมาตรฐานของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีการดำเนินการออกเป็น 2 ส่วน คือ

5.3.1 การทำรายการตรวจสอบ

เพื่อให้การให้คะแนนกระทำได้ง่าย โดยที่รายการตรวจสอบประกอบด้วยปัจจัยต่าง ๆ ที่ต้องพิจารณาในการเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาที่ได้จากการดำเนินงานในส่วนที่ 5.2 รวมกับรายการที่ต้องตรวจสอบเพิ่ม หรือเป็นปัจจัยย่อยที่ต้องการพิจารณาเพิ่ม เพื่อให้สามารถประเมินผลปัจจัยที่ยังมีนิยามที่ไม่ชัดเจนเพียงพอได้ดีขึ้น เช่น คำว่าคุณภาพที่พึงประสงค์ ถ้าพิจารณาเพียงแค่นี้อาจทำให้มีการให้คะแนนทางเลือกที่ผิดพลาด จึงมีความจำเป็นต้องมีปัจจัยย่อยเพิ่มเติม โดยอาจกำหนดเป็นคุณสมบัติทางเทคนิคของผลิตภัณฑ์เพิ่มเติมเป็นต้น โดยรายการตรวจสอบย่อยเพิ่มเติมนั้น คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กร กรณีศึกษาจะเป็นผู้พิจารณา

ตามความเหมาะสม และกำหนดให้มีน้ำหนักความสำคัญเท่ากับผลหารของน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่อยู่เหนือชั้นมาหนึ่งระดับ กับปัจจัยย่อยทั้งหมดที่อยู่ภายใต้ปัจจัยนั้น เช่น หากปัจจัยมีน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.3 และมีรายการย่อยที่ต้องพิจารณา 3 รายการ จะกำหนดให้แต่ละรายการย่อยมีน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.1 เท่ากันทั้งหมด

5.3.2 เกณฑ์การให้คะแนนกับรายการตรวจสอบ

สำหรับการให้คะแนนกับรายการตรวจสอบในแต่ละปัจจัยนั้น กำหนดให้มีการแบ่งระดับคะแนนออกเป็น 5 ระดับ คือ ระดับคะแนน 1 2 3 4 5 ตามลำดับ เนื่องจากเพื่อเพิ่มความสะดวกในการประเมินทางเลือกในแต่ละทางเลือก โดยมีการกำหนดนิยามไว้ล่วงหน้าว่า ระดับคะแนนต่าง ๆ หมายถึงอะไรในแต่ละปัจจัย ซึ่งระดับคะแนนต่าง ๆ ใช้หลักการฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (Utility Function) ที่มีแนวความคิดที่ว่า ปัจจัยต่าง ๆ หากมีค่ามากจนถึงระดับหนึ่งแล้วย่อมทำให้ความพอใจส่วนเพิ่มมีค่าลดลง สำหรับระดับคะแนนต่าง ๆ เกิดจากมติของที่ประชุมคณะกรรมารพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรที่ประกอบด้วยผู้บริหารระดับสูงจากหน่วยงานต่าง ๆ จึงทำให้การกำหนดระดับคะแนนสะท้อนความเป็นจริงจากทุกมุมมอง ทั้งในด้านการตลาด การผลิต การเงิน หรือด้านอื่น ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อความสำเร็จของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงน้ำหนักความสำคัญในแต่ละระดับคะแนน ในที่นี้ใช้การหาน้ำหนึกความสำคัญของระดับคะแนนด้วยวิธีการเปรียบเทียบทีละคู่ และใช้โปรแกรม Expert Choice คำนวณ เช่นเดียวกันกับการหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

5.4 การประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice

ขั้นตอนในการประมวลผลการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice นั้น กระทำได้โดยการใช้ฟังก์ชัน Direct Rating เพื่อประโยชน์ในการประเมินผลทางเลือกหลายทางเลือกในเวลาเดียวกัน สำหรับขั้นตอนการดำเนินงานมีดังนี้

5.4.1 กำหนดน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

โดยการใช้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากค่าเฉลี่ยเรขาคณิตแบบถ่วงน้ำหนัก อันเกิดจากผลการให้คะแนนของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั้ง 7 ท่าน ที่ได้กล่าวโดยละเอียดในหัวข้อที่ 5.2 ด้วยวิธีการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยโดยการให้ข้อมูลตรง (Direct Data Input) เพื่อให้เป็นตัวแทนน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่เกิดจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั้ง 7 ท่าน

5.4.2 กำหนดทางเลือกและให้คะแนนทางเลือกภายใต้ปัจจัยต่าง ๆ

โดยที่ระดับคะแนนที่ทางเลือกจะได้รับนั้น พิจารณาจากระดับคะแนนมาตรฐานที่กำหนดขึ้นจากส่วนที่ 5.3.2 เพื่อลดความเอนเอียงในการให้คะแนน

5.4.3 การคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญโดยรวมจากโปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice

ทำการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญโดยรวมจากโปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice เพื่อพิจารณาว่าทางเลือกหรือผลิตภัณฑ์ไหนมีน้ำหนักความสำคัญโดยรวมสูงสุด แสดงว่าผลิตภัณฑ์น่าจะดำเนินการพัฒนามากกว่าผลิตภัณฑ์อื่นที่มีน้ำหนักความสำคัญโดยรวมต่ำสุด

5.4.4 การวิเคราะห์ความไว

ดำเนินการวิเคราะห์ความไว เป็นการเปรียบเทียบว่าผลการตัดสินใจในข้อที่ 5.4.3 จะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ หากน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่พิจารณามีค่าเปลี่ยนไป ประโยชน์ของการวิเคราะห์ความไวคือ การพิจารณาถึงเรื่องความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

5.5 บทสรุป

จากการศึกษาถึงกระบวนการพัฒนาระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาโดยใช้เทคนิควิธีกระบวนการแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) โดยมีขั้นตอนการพัฒนาหลัก เป็น 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์การตัดสินใจ

2. การกำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาจากการประยุกต์ใช้แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง แผนผังแสดงความสัมพันธ์ และแปลงให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างลำดับชั้น สำหรับน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากการเปรียบเทียบปัจจัยที่ละคู่ ซึ่งจะกล่าวถึงผลการปฏิบัติตามกระบวนการตามวิธีการในส่วนที่ 6.2 ในบทที่ 6

3. การจัดทำระดับคะแนนมาตรฐานในแต่ละปัจจัย

4. การประมวลผลการตัดสินใจโดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice จะกล่าวถึงในบทที่ 7 สำหรับผลการประยุกต์ใช้กับระบบการตัดสินใจที่พัฒนาขึ้นกับการคัดเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ สำหรับอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ และอุตสาหกรรมเหล็กในบทที่ 8

จากขั้นตอนดังกล่าว พบว่าน่าจะช่วยลดข้อบกพร่องจากระบบการตัดสินใจคัดเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาในระบบเก่า โดยเฉพาะในเรื่องการพิจารณาปัจจัยที่ไม่ครอบคลุมกับประเด็นที่มีความสำคัญกับธุรกิจในปัจจุบัน การขาดมาตรฐานในการประเมินคะแนนสำหรับทางเลือกต่าง ๆ การกำหนดน้ำหนักปัจจัย การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของการตัดสินใจโดยเฉพาะเลือกการเปลี่ยนแปลงผลการตัดสินใจเมื่อน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเป็นสาเหตุของการตัดสินใจเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ผิดพลาดในอดีต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6
การกำหนดและหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก ในการเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา

สำหรับการกำหนดปัจจัยและการหาน้ำหนักความสำคัญในการเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟในการพัฒนา มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. การรวบรวมปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาจากเอกสารทางวิชาการ, ความคิดเห็น และประสบการณ์ของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในองค์กรกรณีศึกษา

2. จัดหมวดหมู่ปัจจัยโดยอาศัยเทคนิควิธีแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram) และแผนผังแสดงความสัมพันธ์ (Relation diagram) โดยการจัดทำและพิจารณาจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์และนำมาแปลงให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างลำดับชั้น

3. การหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย โดยอาศัยหลักการการเปรียบเทียบที่ละคู่ (Pairwise Comparison) และคำนวณโดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice โดยที่คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์จำนวน 7 ท่านเป็นผู้พิจารณาเปรียบเทียบ

6.1 การรวบรวมปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ

การรวบรวมปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดำเนินการจากการรวบรวมจากหนังสือ บทความวิชาการในด้านการบริหารทั่วไป ผสมผสานกับการระดมสมองของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในองค์กรกรณีศึกษาในการแสดงความเห็นในเรื่องปัจจัยที่ต้องพิจารณา การเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา สามารถแสดงถึงปัจจัยที่สามารถรวบรวมและเขียนบนบัตรคำได้ดังนี้

คุณภาพที่พึงประสงค์	การจดสิทธิบัตร
ราคา	มูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ต่อลูกค้า
ความเป็นนวัตกรรมของผลิตภัณฑ์	ลักษณะสมบัติที่มีศักยภาพ
กฎหมายที่เกี่ยวข้อง	สอดคล้องกับเป้าหมายในการพัฒนา

สิ่งแวดล้อม
ศักยภาพด้านการตลาด
อัตราการเติบโตของตลาด
ส่วนแบ่งตลาดที่คาดว่าจะได้รับ
สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ขององค์กร
บรรลุตามหน้าที่การใช้งานที่ตั้งไว้
ความปลอดภัยในการใช้งาน
ความสามารถในการผลิต
ผลกระทบต่อส่งแวดล้อม
การบริการที่ต้องการจากลูกค้าหากใช้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น
ความพร้อมของทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต
ความสามารถในการแข่งขัน
ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนา
การเงิน (Financing)
การสนับสนุนจากผู้บริหาร
ส่งเสริมกับผลิตภัณฑ์เดิม (Product synergy)
กำลังการผลิต
ราคาและปริมาณวัตถุดิบ
ความสามารถในการทำกำไร
ของเสียและวิธีการกำจัด
ความเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
ผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์เดิมในตลาด
ปริมาณยอดขายที่คาดว่าจะขายได้
ความสะดวกสบายในการใช้งาน
รูปร่างหน้าตาของผลิตภัณฑ์
ระยะเวลาในการออกสู่ตลาด
ความสามารถของบุคลากรในองค์กร
แหล่งที่มาของเทคโนโลยี
พฤติกรรมในองค์กร
คุณลักษณะของตัวผลิตภัณฑ์
คุณลักษณะของตลาด
กลยุทธ์ในการบริหารองค์กร
การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ในตลาด
ความน่าสนใจของตลาด
ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์
ระยะเวลาคืนทุน
ผลตอบแทนการลงทุน (Return on Investment)
ทัศนะคติของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์
วัสดุประกอบที่นำมาทำผลิตภัณฑ์
ความสามารถในการสร้างจุดแข็งให้องค์การ
เหมาะสมกับเทคโนโลยีของลูกค้า
ปฏิกิริยาโต้ตอบจากคู่แข่งขัน
ความรู้ทางวิศวกรรม (Know-how)
ความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์
ผลต่อเศรษฐกิจโดยรวม

6.2 การจัดหมวดหมู่ปัจจัยแบบโครงสร้างลำดับชั้น

จากปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาที่สามารถรวบรวมได้จากเอกสารวิชาการและจากการระดมสมองของคณะกรรมการพัฒนาผลิต

ภัณฑ์มีจำนวนมาก ทางผู้วิจัยจึงได้แนะนำให้มีการจัดหมวดหมู่ปัจจัยให้ชัดเจนและมีโครงสร้างที่เป็นระเบียบเพื่อความสะดวกในการพิจารณา จึงใช้หลักการแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram) และแผนผังแสดงความสัมพันธ์ (Relation diagram) มาประยุกต์ใช้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

6.2.1 การสร้างแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram)

เพื่อจัดหมวดหมู่ปัจจัยต่างๆให้มีความชัดเจนและอยู่ในโครงสร้างที่เป็นระเบียบ โดยคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้จัดทำบัตรคำที่แสดงชื่อปัจจัยต่างๆ แล้วจึงระดมสมองเพื่อจัดกลุ่มปัจจัยที่คิดว่ามีความเชื่อมโยงกันเข้าด้วยกัน พร้อมทั้งระดมความคิดที่จะคิดค้นชื่อของปัจจัยใหม่ที่แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของปัจจัยภายในกลุ่ม ได้ผลลัพธ์การดำเนินการดังนี้

<u>กลุ่มที่ 1</u> คุณค่าต่อลูกค้า

1) คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่พึงประสงค์
2) มีระดับราคาขายเทียบกับต้นทุนผันแปร
3) ผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการติดตั้งและใช้งานได้รวดเร็ว

<u>กลุ่มที่ 2</u> คุณค่าต่อองค์กร

1) ความเป็นไปได้ทางการตลาด ต้องพิจารณาในหัวข้อต่อไปนี้
   1.1) ความต้องการของตลาดที่สามารถรองรับผลิตภัณฑ์ที่จะดำเนินการพัฒนา
      - ปริมาณความต้องการทั้งหมดในตลาดมุ่งหมาย
      - อัตราการเจริญเติบโตของตลาดในอนาคต
      - โอกาสในการขยายฐานการขายสู่ลูกค้ากลุ่มใหม่
   1.2) ความสามารถในการแข่งขันของผลิตภัณฑ์ในตลาด พิจารณาในประเด็นต่อไปนี้
      - จำนวนคู่แข่งขันที่มีศักยภาพในการแข่งขันที่มีในตลาด
      - ระยะเวลาที่คาดว่าคู่แข่งขันจะพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เทียบเท่า หรือเหนือกว่ามาแข่งขันในตลาด
      - ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับความต้องการของตลาด
      - คุณภาพของผลิตภัณฑ์

- มีระดับราคาขายเหมาะสม
- ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกในการติดตั้งและใช้งานได้รวดเร็ว

1.3) ความเหมาะสมกับยุทธศาสตร์ปัจจุบันขององค์กร พิจารณาถึง

- ความเหมาะสมกับวิธีการจำหน่ายสินค้าในปัจจุบันขององค์กร
- ความเหมาะสมกับวิธีการบริการหลังการขายในปัจจุบันขององค์กร
- ความเหมาะสมกับวิธีการแนะนำสินค้าเข้าตลาดในปัจจุบันขององค์กร
- ความสามารถในการสนับสนุนสายผลิตภัณฑ์ในปัจจุบันขององค์กร

2) ภาพพจน์ขององค์กร พิจารณาในเรื่องของ การช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม และการช่วยเหลือสังคมด้านเศรษฐกิจ (การช่วยลดการนำเข้า , การจ้างแรงงานเพิ่ม)

<u>กลุ่มที่ 3</u> ความสามารถทางวิศวกรรม

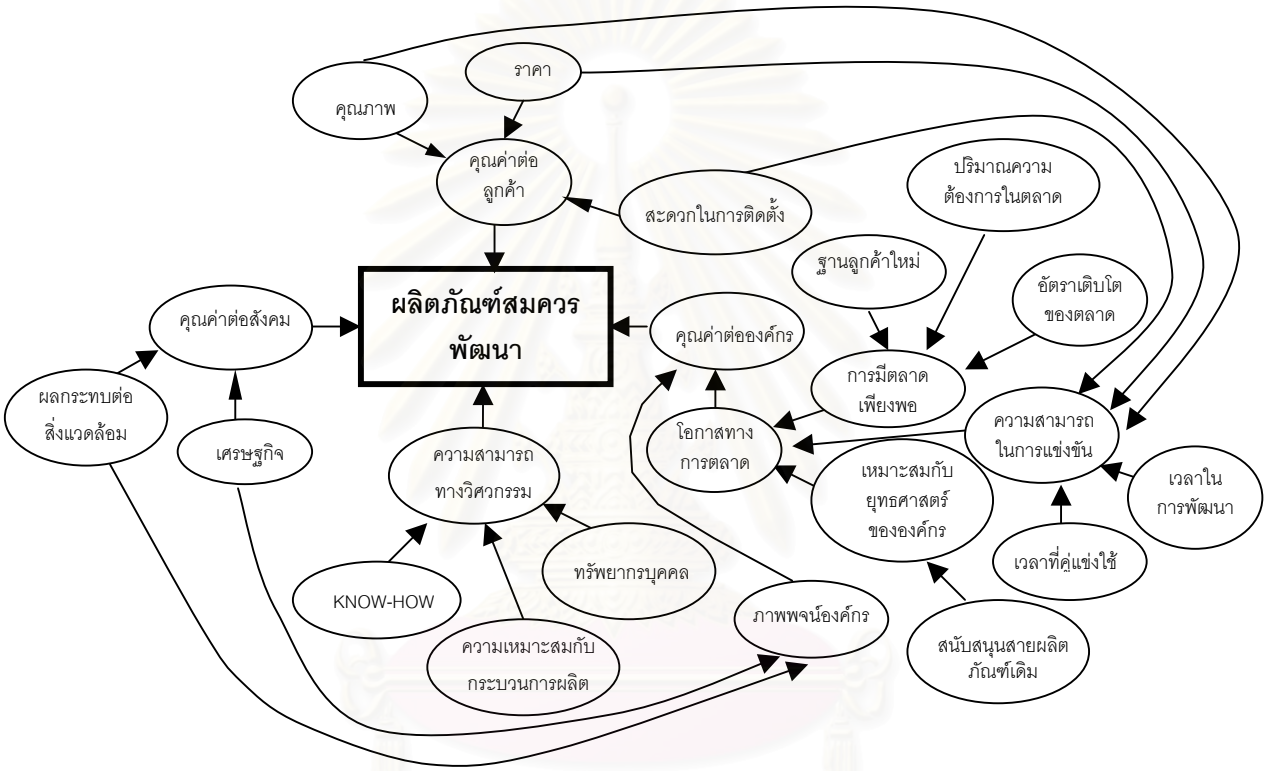
1) กรรมวิธีการผลิตที่ต้องการ พิจารณาแยกเป็น
   - ความสามารถในการใช้กรรมวิธีการผลิตทั้งในแง่เครื่องจักรและวัตถุดิบในปัจจุบันที่องค์กรมีอยู่
2) แหล่งความรู้ (Know-how)
   - แหล่งที่มาของแนวความคิดสำหรับผลิตภัณฑ์ และเทคโนโลยีการดำเนินการผลิตภัณฑ์
3) ทรัพยากรบุคคล (Human Resource)
   - ระดับความชำนาญของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ที่องค์กรมีอยู่ในด้านการตลาด การผลิต การวิจัยพัฒนา และการทดสอบผลิตภัณฑ์

<u>กลุ่มที่ 4</u> คุณค่าต่อสังคม

1) เศรษฐกิจ พิจารณาในภาพรวมของรายได้จากการส่งออก รายได้จากการทดแทนการนำเข้า การว่าจ้าง และผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องในที่นี้พิจารณาเฉพาะการทดแทนการนำเข้า และการจ้างแรงงานเพิ่ม
2) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

6.2.2 **การสร้างแผนผังความสัมพันธ์** (Relation diagram)

จากการที่มีปัจจัยบางปัจจัยที่อยู่ต่างกลุ่มกัน มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันถ้าหากไม่พิจารณาถึงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น อาจทำให้บางปัจจัยมีน้ำหนักความสัมพันธ์ไม่สะท้อนความเป็นจริง ดังนั้นจึงมีการหาความสัมพันธ์ดังกล่าวจากการใช้เทคนิควิธีแผนผังแสดงความสัมพันธ์ (Relation diagram) ได้ดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ที่ต้องพิจารณาในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา

6.2.3 **การสร้างแบบจำลองแบบโครงสร้างลำดับชั้น**

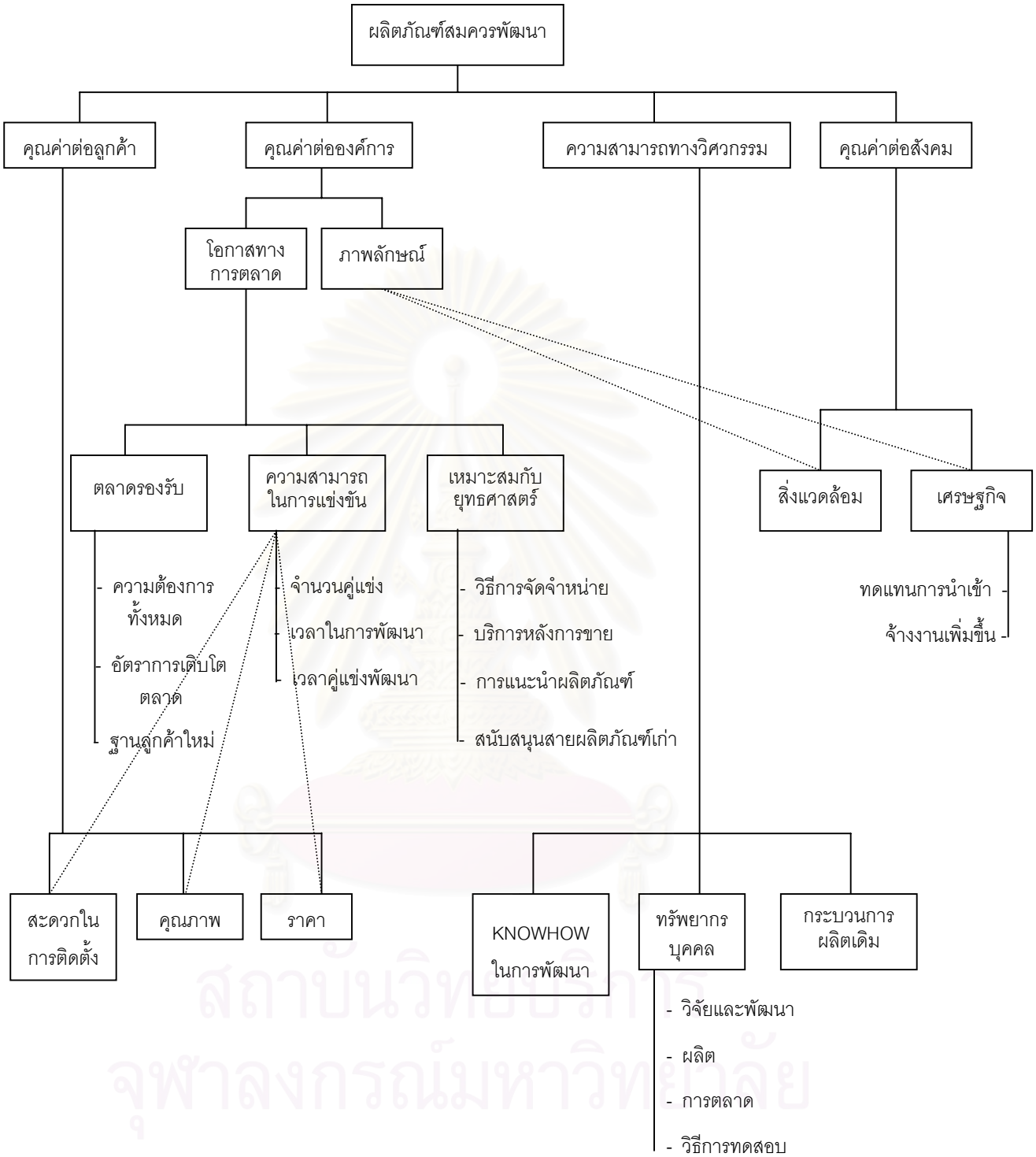
จากการจัดหมู่ปัจจัยด้วยผังแสดงความเชื่อมโยงและแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่อยู่ต่างกลุ่มกันด้วยผังแสดงความสัมพันธ์ ทางผู้วิจัยได้ดำเนินการร่วมกับคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์สร้างแบบจำลองโครงสร้างลำดับขั้นที่มีเป้าหมาย คือ ผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่สมควรได้

รับการพัฒนา เพื่อที่จะได้อำนวยความสะดวกในการพิจารณาหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ จากการเปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise comparison) ตามหลักการของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) ซึ่งสามารถแสดงแบบจำลองแบบโครงสร้างลำดับชั้นสำหรับใช้คัดเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา ได้ดังรูปที่ 6.2

6.3 การคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

การคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้เป็นเกณฑ์สำหรับการคัดเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาตามลำดับก่อนหลังนั้น มีความสำคัญมากเพราะนั้นคือ การกล่าวว่าปัจจัยใดมีอิทธิพลต่อการคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนามากหรือน้อยกว่ากัน ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงไปตามเหตุการณ์หรือสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ ประสบการณ์รับรู้ในอดีต มุมมองต่าง ๆ ของผู้ตัดสินใจแต่ละคน ดังนั้นเพื่อให้การหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเป็นด้วยความรอบคอบและสมเหตุผล จึงทำการเปรียบเทียบปัจจัยที่อยู่ในระดับชั้นเดียวกันเป็นคู่ ๆ โดยเพื่อความสะดวกและรวดเร็ว จึงได้ทำการจัดทำแบบสอบถามขึ้นเพื่อให้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์แต่ละท่านดำเนินการเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ ที่ละคู่ไล่เรียงตามลำดับชั้นที่ได้จากแบบจำลองแบบโครงสร้างลำดับชั้นในรูปที่ 6.2 ซึ่งแบบสอบถามดังกล่าวแสดงในภาคผนวก ก. และการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยนั้นคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice โดยที่น้ำหนักความสำคัญที่คำนวณได้จากโปรแกรมสำหรับคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์แต่ละท่านแสดงในภาคผนวก ข ในที่นี้ขอนำมาทำเป็นตารางสรุปน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่ประเมินจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์แต่ละท่านและคำนวณหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิตเพื่อเป็นตัวแทนน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยนั้นๆ ดังตารางที่ 6.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.2 แบบจำลองโครงสร้างพื้นฐานสำหรับปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในกรณีที่ปัจจัยมีความสัมพันธ์ข้ามกลุ่มกัน

ตารางที่ 6.1 น้ำหนักปัจจัยในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษา จำนวน 7 ท่าน

ปัจจัย	ระดับความสำคัญจากผู้เชี่ยวชาญ							ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต
	1	2	3	4	5	6	7	
คุณภาพ	0.3100	0.1270	0.1470	0.1370	0.2010	0.1120	0.3340	0.179
ราคาขาย	0.3090	0.1270	0.1480	0.2740	0.1560	0.1060	0.0510	0.145
ความสะดวกซื้อ	0.0620	0.0320	0.0760	0.0670	0.1160	0.1050	0.0570	0.068
ปริมาณความต้องการในตลาด	0.0330	0.0240	0.0240	0.0180	0.0420	0.0900	0.0600	0.036
ความเติบโตของตลาด	0.0210	0.0100	0.0150	0.0420	0.0230	0.0900	0.0600	0.029
โอกาสในการขยายเข้าสู่ฐานลูกค้าใหม่	0.0070	0.0540	0.0190	0.0050	0.0050	0.0300	0.0200	0.014
จำนวนคู่แข่งขันในตลาด	0.0030	0.0140	0.0100	0.0080	0.0210	0.0050	0.0080	0.008
ระยะเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์	0.0080	0.0880	0.0290	0.0770	0.1010	0.0180	0.0160	0.033
ระยะเวลาที่คู่แข่งพัฒนาทัน	0.0140	0.0970	0.0080	0.0840	0.1430	0.0150	0.0490	0.037
เหมาะสมกับวิธีการขายเดิม	0.0070	0.0020	0.0120	0.0010	0.0090	0.0180	0.0120	0.006
เหมาะสมกับบริการหลังการขายเดิม	0.0090	0.0220	0.0370	0.0090	0.0090	0.0180	0.0120	0.014
เหมาะสมกับการแนะนำแบบเดิม	0.0030	0.0060	0.0350	0.0030	0.0090	0.0180	0.0120	0.009
สนับสนุนด้วยผลิตภัณฑ์เก่า	0.0020	0.0060	0.0350	0.0060	0.0090	0.0180	0.0120	0.009
KNOW-HOW	0.0450	0.0140	0.1610	0.1080	0.0950	0.0970	0.0800	0.070
ความชำนาญบุคลากรวิจัยพัฒนา	0.0050	0.0150	0.0250	0.0050	0.0010	0.0180	0.0200	0.009
ความชำนาญบุคลากรผลิต	0.0050	0.0060	0.0120	0.0090	0.0080	0.0050	0.0500	0.009
ความชำนาญบุคลากรวิเคราะห์ทดสอบ	0.0001	0.0140	0.0120	0.0030	0.0010	0.0050	0.0500	0.004
ความชำนาญบุคลากรตลาด	0.0001	0.0020	0.0120	0.010	0.0010	0.0050	0.0500	0.004
การใช้กระบวนการผลิตปัจจุบัน	0.0110	0.0050	0.0350	0.0170	0.0290	0.0970	0.0160	0.020
ผลกระทบสิ่งแวดล้อม	0.0720	0.2700	0.1110	0.0930	0.0410	0.1200	0.0130	0.075
การลดการนำเข้าจากต่างประเทศ	0.0080	0.0470	0.0250	0.0090	0.0130	0.0060	0.0260	0.015
การจ้างงานเพิ่ม	0.0540	0.0160	0.0120	0.0020	0.0660	0.0060	0.0050	0.012

6.4 การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก และแบบจำลองการตัดสินใจแบบโครงสร้างลำดับชั้นแบบปัจจัยอิสระ

6.4.1 การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

จากผลลัพธ์ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย ดังแสดงในตารางที่ 6.2 ทางผู้วิจัยพบว่า ในแต่ละหมวดหลักทั้ง 4 หมวดกล่าวคือ หมวดคุณค่าต่อลูกค้า หมวดคุณค่าต่อองค์กร หมวดความสามารถทางวิศวกรรม และหมวดคุณค่าต่อสังคมนั้น เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเรขาคณิตในแต่ละปัจจัย เมื่อนำมาคิดเป็นน้ำหนักรวมมีค่าไม่เท่ากับ 1 ซึ่งไม่สะท้อนน้ำหนักความสำคัญที่แท้จริง ดังนั้นจึงได้ทำการปรึกษารวมกับคณะกรรมการผลิตภัณฑ์ให้ใช้ค่าน้ำหนักความสำคัญแบบถ่วงน้ำหนัก เป็นตัวแทนค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 6.2 โดยการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญแบบถ่วงน้ำหนักได้แสดงในส่วนที่ 5.2.3

6.4.2 แบบจำลองการตัดสินใจแบบโครงสร้างลำดับชั้นแบบปัจจัยอิสระ

จากการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ข้ามกลุ่มกันตามแบบจำลองรูปที่ 6.2 และน้ำหนักความสำคัญแบบถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยดังตารางที่ 6.1 นั้น ทางผู้วิจัยได้แนะนำคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษาแยกปัจจัยแต่ละหมวดออกจากกันอย่างอิสระเพื่อสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice ประกอบกับน้ำหนักความสำคัญที่กำหนดเป็นการรวมน้ำหนักความสำคัญจากทุกหมวดดังที่กล่าวโดยละเอียดแล้วในส่วนที่ 5.3 ซึ่งการแยกพิจารณาปัจจัยให้ปรากฏอยู่ในหมวดเดียวก็ได้ ไม่ส่งผลกระทบต่อระบบการตัดสินใจแต่ประการใด เนื่องจากน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยยังคงเท่าเดิม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยเรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ราคาผลิตภัณฑ์ และความสะดวกในการติดตั้งใช้งานที่ปรากฏอยู่ทั้งในหมวดคุณค่าต่อลูกค้า และคุณค่าต่อองค์กร ให้ย้ายไปอยู่เฉพาะในหมวดคุณค่าต่อลูกค้าเท่านั้น

2. ปัจจัยเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจที่มีความสัมพันธ์กับคุณค่าต่อสังคมและคุณค่าต่อองค์กรในเรื่องภาพลักษณ์องค์กร ให้ย้ายไปอยู่ในหมวดคุณค่าต่อสังคมและเปลี่ยนชื่อหมวดเป็นคุณค่าต่อสังคมและภาพลักษณ์องค์กร

ตารางที่ 6.2 น้ำหนักความสำคัญแบบถ่วงน้ำหนัก

ปัจจัย	น้ำหนักเฉลี่ยเรขาคณิต	ลำดับความสำคัญถ่วงน้ำหนัก
คุณภาพของผลิตภัณฑ์	0.179	0.222
ราคาผลิตภัณฑ์เทียบกับต้นทุนผันแปร	0.145	0.180
ความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน	0.068	0.084
ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ในตลาด	0.036	0.045
อัตราความเติบโตของตลาด	0.029	0.036
โอกาสในการขยายเข้าสู่ฐานลูกค้าใหม่	0.014	0.018
จำนวนคู่แข่งขันในตลาด	0.008	0.010
ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์	0.033	0.041
ระยะเวลาที่คาดว่าคู่แข่งขันจะพัฒนาสินค้าเทียบเท่า	0.037	0.046
ความเหมาะสมกับวิธีการขายเดิม	0.006	0.007
ความเหมาะสมกับการบริการหลังการขายเดิม	0.014	0.018
ความเหมาะสมกับการแนะนำสินค้าแบบเดิม	0.009	0.011
การสนับสนุนสายผลิตภัณฑ์เก่า	0.009	0.011
Know – How ที่ใช้ในการพัฒนา	0.070	0.087
ความชำนาญของบุคลากรการวิจัยพัฒนา	0.009	0.011
ความชำนาญของบุคลากรด้านการผลิต	0.009	0.011
ความชำนาญของบุคลากรด้านการวิเคราะห์ทดสอบ	0.004	0.005
ความชำนาญของบุคลากรด้านการตลาด	0.004	0.005
ความสามารถในการใช้กระบวนการผลิตในปัจจุบัน	0.020	0.025
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	0.075	0.093
การลดการนำเข้าจากต่างประเทศ	0.015	0.019
การจ้างแรงงานท้องถิ่นเพิ่ม	0.012	0.015
รวม	**0.805**	**1.000**

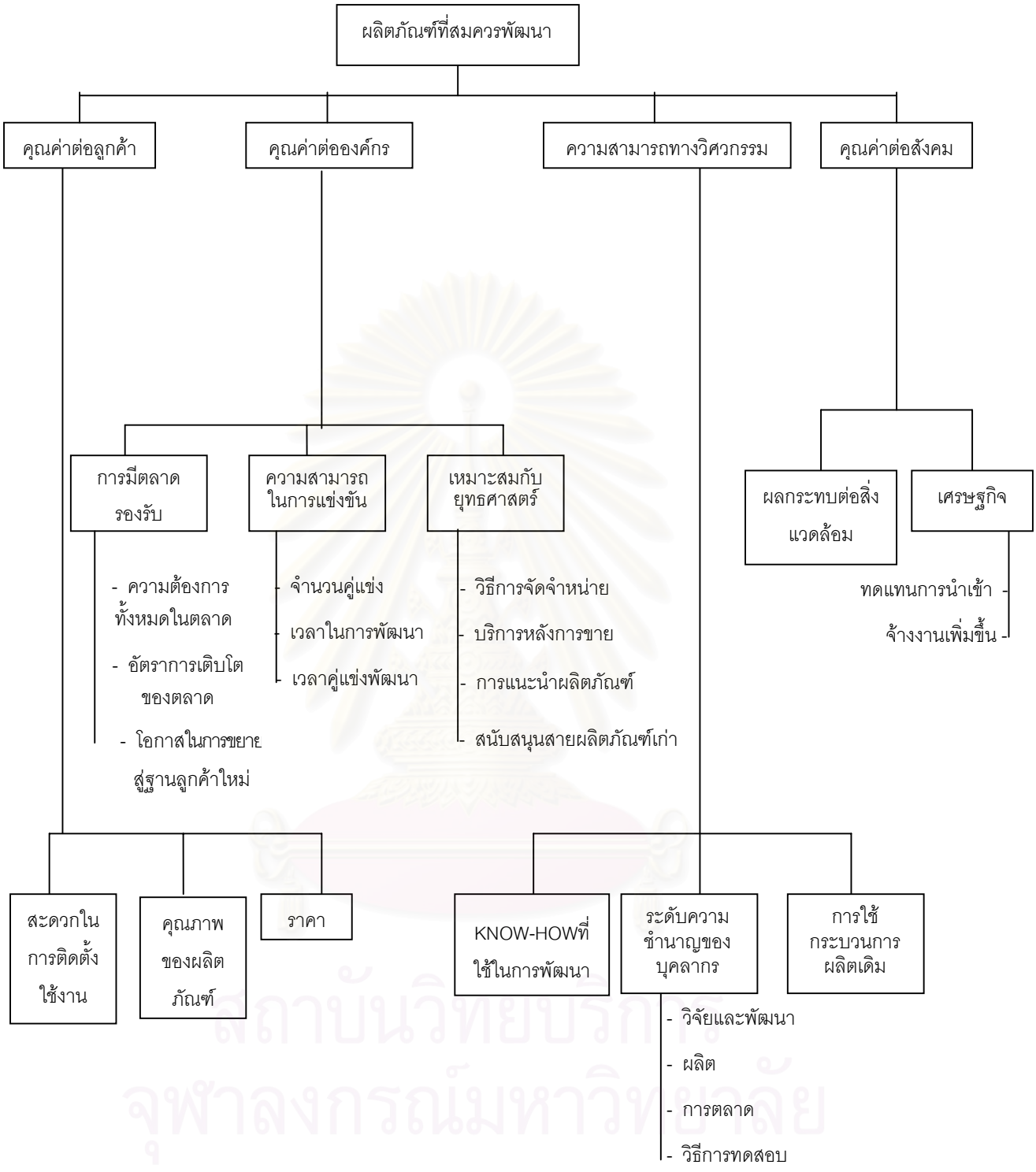
3. หมวดคุณค่าต่อสังคม เดิมมีปัจจัยรองคือ โอกาสทางการตลาดและภาพพจน์องค์กรเนื่องจากมีการย้ายภาพพจน์องค์กรไปรวมกับหมวดคุณค่าต่อสังคม จึงแนะนำให้ตัดคำว่าโอกาสทางการตลาดออก โดยที่คุณค่าต่อองค์กรมี 3 ประการคือ การมีตลาดรองรับ ความสามารถในการแข่งขัน และความเหมาะสมกับยุทธศาสตร์เดิมขององค์กร

จากการดำเนินการทั้ง 3 หัวข้อสามารถสร้างแบบจำลองแบบโครงสร้างลำดับขั้นที่แต่ละปัจจัยในแต่ละหมวดมีความอิสระต่อกันได้ดังรูปที่ 6.3

6.5 บทสรุป

ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนานั้น ปกติเหมือนกับธุรกิจอุตสาหกรรมประเภทอื่นนั้นคือ มีปัจจัยจำนวนมากและมักอยู่ในรูปโครงสร้างที่สลับซับซ้อน ดังนั้นการกำหนดปัจจัยว่าปัจจัยใดเป็นปัจจัยที่จำเป็นมักเกิดปัญหา โดยเฉพาะหากมีการพิจารณาเป็นหมู่คณะ เนื่องจากผู้พิจารณาแต่ละท่านย่อมมีความรู้ ประสบการณ์ และทัศนคติแตกต่างกัน ดังนั้นวิธีการหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาเหล่านั้นได้ คือ การพัฒนาระบบเพื่อจัดระเบียบให้กับปัจจัยต่าง ๆ โดยอาศัยการระดมสมองจากผู้พิจารณาทุกท่าน เพื่อให้มีการถ่ายทอดประสบการณ์ ความรู้ หรือทัศนคติต่าง ๆ ระหว่างผู้พิจารณา สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ประยุกต์ใช้แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram) แผนผังแสดงความสัมพันธ์ (Relation diagram) เพื่อให้กลุ่มผู้พิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา ซึ่งเป็นคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กร เป็นผู้จัดสร้างขึ้น ทำให้เกิดแนวความคิดใหม่ในการกำหนดปัจจัยสำหรับเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา ซึ่งทำให้การขัดแย้งระหว่างความคิดของคณะกรรมการแต่ละท่านลดลงรวมทั้งเป็นการถ่ายทอดประสบการณ์และความรู้ภายในกลุ่มของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์

การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยนั้นเริ่มจากการแปลงแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง และแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนามาให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างลำดับชั้น หลังจากนั้นใช้หลักการเปรียบเทียบปัจจัยที่อยู่ในระดับเดียวกันที่ละคู่ (Pairwise comparison) แล้วคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice สำหรับการประเมินเป็นหมู่คณะใช้ค่าเฉลี่ยเราขาคณิตแบบถ่วงน้ำหนักเป็นตัวแทนของน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ได้รับจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์แต่ละท่าน



รูปที่ 6.3 แบบจำลองโครงสร้างพื้นฐานสำหรับปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาในกรณีที่แยกปัจจัยเป็นอิสระต่อกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับปัจจัยที่ทรงอิทธิพลในการพิจารณาคัดเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ โดยพิจารณาจากน้ำหนักความสำคัญที่ได้รับ คือ คุณภาพที่พึ่งประสงค์ ร้อยละ 22.2 ราคาของผลิตภัณฑ์เทียบกับต้นทุนผันแปรร้อยละ 18.0 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมร้อยละ 9.3 Know-how ที่ใช้ในการพัฒนาร้อยละ 8.7 ความสะดวกในการติดตั้งใช้งานร้อยละ 8.4 และระยะเวลาที่คาดว่าคู่แข่งขันจะพัฒนาสินค้ามาเทียบเท่าร้อยละ 4.6 ปริมาณความต้องการของตลาดร้อยละ 4.5 โดยมีน้ำหนักความสำคัญรวมกันประมาณร้อยละ 70 ของปัจจัยที่ต้องพิจารณาทั้งหมด

การคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา นอกจากต้องทราบปัจจัยและน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ต้องพิจารณาแล้ว ยังมีความจำเป็นต้องมีการให้คะแนนทางเลือกภายใต้ปัจจัยต่าง ๆ ที่เลือกสรรขึ้นมา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดระดับคะแนนมาตรฐานสำหรับการให้คะแนนทางเลือกที่ถูกต้องเหมาะสม เพื่อให้การประมวลผลทางเลือกต่าง ๆ เป็นไปอย่างถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งจะกล่าวถึงในบทต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7
การกำหนดระดับคะแนนมาตรฐานและวิธีใช้ระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาตามหลักการกระบวนการแบบลำดับเชิงวิเคราะห์ (AHP)

สำหรับการศึกษาในบทนี้แยกออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ การสร้างระดับคะแนนมาตรฐานสำหรับการประเมินผลิตภัณฑ์ทนไฟที่ถูกเสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาซึ่งเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งที่จะทำให้การประเมินผลการตัดสินใจตามกระบวนการแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ให้ผลสมบูรณ์เนื่องจากเป็นการลดความลำเอียงในการประเมินทางเลือกต่างๆมิให้ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของผู้บังคับบัญชาระดับที่สูงกว่าหรือการด้อยประสบการณ์ในรายละเอียดของบางปัจจัยที่ต้องพิจารณา ของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์บางท่าน เป็นต้น

อีกส่วนหนึ่งที่สำคัญที่จะกล่าวในบทนี้ คือ เรื่องวิธีการใช้ระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้เป็นมาตรฐาน และความสะดวกในการปรับปรุงในอนาคต ในเรื่องของปัจจัย น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และระดับคะแนนมาตรฐาน เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของธุรกิจในช่วงเวลาที่ทำการตัดสินใจ

7.1 การสร้างระดับคะแนนมาตรฐาน

การกำหนดระดับคะแนนมาตรฐานของแต่ละปัจจัยที่ถูกกำหนดให้เป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ สำหรับการพัฒนานั้นมีขั้นตอนอยู่ 2 ขั้นตอน กล่าวคือ การสร้างรายการตรวจสอบเพื่อให้เกิดความสะดวกในการประเมินทางเลือกและการกำหนดระดับคะแนนมาตรฐานให้กับรายการตรวจสอบที่จัดทำขึ้น

7.1.1 การสร้างรายการตรวจสอบ

รายการตรวจสอบที่ต้องจัดทำขึ้นนี้ เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วถูกต้องแม่นยำในการประเมินทางเลือกที่ต้องพิจารณาป้องกันการเกิดความลำเอียงต่อทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งจนส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจ โดยที่รายการตรวจสอบนั้นพิจารณาจากปัจจัยที่อยู่ในรูปโครง

สร้างลำดับชั้น ตามรูปที่ 6.4 สำหรับปัจจัยต่างๆที่ต้องจัดทำในรายการตรวจสอบแบ่งออกเป็น 2 จำพวกคือ

ก. ปัจจัยที่ไม่ต้องการรายการตรวจสอบย่อยเพิ่มเติม เป็นปัจจัยจำพวกที่มีความชัดเจนในตัวปัจจัยเองเพียงพอและสามารถวัดผลในเชิงตัวเลขได้ทันที เช่น จำนวนคู่แข่งขัน ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนา ปริมาณความต้องการในตลาดทั้งหมด เป็นต้น

ข. ปัจจัยที่ต้องการรายการตรวจสอบเพิ่มเติม เป็นปัจจัยจำพวกที่ยังไม่มีความชัดเจนเพียงพอในการประเมินทางเลือกและยังไม่สามารถกำหนดระดับคะแนนมาตรฐานได้จากการพิจารณาเพียงชื่อของปัจจัยเท่านั้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวคือคุณภาพที่พึงประสงค์ของผลิตภัณฑ์ ความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน การใช้กระบวนการผลิตเดิม และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยที่ปัจจัยดังกล่าว มีวิธีการหารายการตรวจสอบย่อย เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการประเมินดังนี้

ข.1 คุณภาพที่พึงประสงค์ของผลิตภัณฑ์ สำหรับรายการย่อยดังกล่าว สามารถหาได้จากการแปลงคุณภาพที่พึงประสงค์ให้อยู่ในรูปคุณสมบัติที่สามารถวัดเป็นตัวเลขได้ของวัสดุทนไฟโดยที่การแปลงดังกล่าวต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับเทคโนโลยีการผลิตของลูกค้าทั้งในปัจจุบันและในอนาคต ซึ่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีขอบข่ายเพียงวัสดุทนไฟที่ใช้ในอุตสาหกรรมซิเมนต์ ในส่วนของหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน และวัสดุทนไฟที่ใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กในส่วนของเบ้ารองน้ำเหล็ก (Ladle)

สำหรับขั้นตอนการแปลงจากคำว่าคุณภาพที่พึงประสงค์มาเป็นคุณสมบัติวัสดุทนไฟที่ต้องการให้อยู่ในรูปของตัวเลขที่วัดค่าได้มีวิธีการดังนี้ กล่าวคือ

1. รวบรวมรายการที่คิดว่าวัสดุทนไฟต้องสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมการใช้งานของลูกค้าในปัจจุบัน จากบทความวิชาการด้านวัสดุทนไฟ รายงานการเยี่ยมลูกค้าของฝ่ายการตลาด ประสบการณ์ของบุคคลจากฝ่ายการตลาดและฝ่ายวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์ รวมทั้งศึกษาถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตที่สำคัญของลูกค้า

2. รวบรวมเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดในอนาคตสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมายที่ใช้วัสดุทนไฟในกระบวนการผลิต ในที่นี้เฉพาะหม้อเผาแบบหมุนในอุตสาหกรรมซิเมนต์ และในเบ้ารับน้ำเหล็กในอุตสาหกรรมเหล็ก จากบทความที่ตีพิมพ์ในวารสารที่ได้รับการยอมรับจากบุคคลในอุตสาหกรรมเป้าหมายนั้น รวมทั้งเอกสารของคู่แข่งที่มีชื่อเสียงระดับโลกที่พยายามสร้างกระแสให้ผู้ใช้วัสดุทนไฟยอมรับกระแสที่สร้างขึ้นนั้นในอนาคต เช่น วัสดุทนไฟในอนาคตสำหรับหม้อเผา

ซิเมนต์แบบหมุน วัสดุทนไฟต้องสามารถทนต่อบรรยากาศการเผาไหม้ที่มีปริมาณกาซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงเนื่องจากหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนจะหันมาใช้เชื้อเพลิงประเภทถ่านปิโตรเลียมเพื่อลดต้นทุนการผลิตให้มากขึ้น เป็นต้น

3. นำรายการที่ได้จากข้อ 1. และ 2. มาพิจารณาโดยการประชุมของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยเลือกรายการที่คิดว่าเป็นรายการที่มีผลกระทบต่อวัสดุทนไฟจริง สำหรับการทำนายอนาคตนั้นกระทำโดยการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นประกอบกับหากเกิดขึ้นจะส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์เดิมขององค์กรไม่สามารถใช้งานได้อีกต่อไปเป็นสำคัญ

4. คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ วิศวกรวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ รวมทั้งที่ปรึกษาด้านวัสดุทนไฟจากภายนอกมาร่วมกันกำหนดคุณสมบัติของวัสดุทนไฟที่คิดว่ามีความสัมพันธ์กับรายการความต้องการดังกล่าวข้างต้นว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใดโดยกำหนดความสัมพันธ์ของรายการคุณภาพและคุณสมบัติของวัสดุทนไฟเป็น 3 ระดับกล่าวคือ มีความสัมพันธ์มาก มีความสัมพันธ์ปานกลาง และไม่มีความสัมพันธ์ เพื่อคัดหารายการคุณสมบัติวัสดุทนไฟที่มีผลกระทบต่อคุณภาพที่พึงประสงค์ของวัสดุทนไฟเฉพาะที่สำคัญเท่านั้น

สำหรับคุณภาพที่พึงประสงค์และคุณสมบัติวัสดุทนไฟที่ต้องการ สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน และเบ้ารับน้ำเหล็ก ได้กล่าวไว้อย่างละเอียดแล้วในบทที่ 4 ในตารางที่ 4.2 ถึง 4.5 สามารถแสดงได้ในภาคผนวก ง. และ จ. ตามลำดับ

ข.2 ความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน สำหรับปัจจัยนี้พิจารณาจากระยะเวลาที่ใช้ในการติดตั้งใช้งานวัสดุทนไฟที่ที่หน่วยงานของลูกค้าอันประกอบด้วย ระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมอุปกรณ์สำหรับติดตั้ง ระยะเวลาที่ใช้ในการติดตั้ง ระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ และระยะเวลาที่ใช้ในการรื้อทำลาย

ข.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการผลิตเดิม ปัจจัยย่อยที่ต้องมีการจัดทำรายการตรวจสอบ คือ กระบวนการทั้งหมดในการผลิตผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟขององค์กรกรณีศึกษานับตั้งแต่วัตถุดิบจนถึงผลิตภัณฑ์ที่ผลิตสำเร็จ

ข.4 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้น ได้แยกรายการตรวจสอบออกตามเวลาของผลิตภัณฑ์นับตั้งแต่การผลิตจนถึงหลังการใช้งานผลิตภัณฑ์เสร็จ

7.1.2 การกำหนดระดับคะแนนมาตรฐาน

เกณฑ์การให้คะแนนมาตรฐานอาศัยหลักการฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (Utility Function) ซึ่งกำหนดว่า ปัจจัยหากมีค่ามากจนถึงระดับหนึ่งแล้วมักมีค่าความพอใจส่วนเพิ่มลดลงสำหรับการกำหนดระดับคะแนนมาตรฐานให้กับปัจจัยต่างๆได้จากการให้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์เข้าประชุมร่วมกันเพื่อกำหนดระดับคะแนน เนื่องจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาจากผู้บริหารจากหลายหน่วยงานขององค์กร จึงทำให้การกำหนดระดับคะแนนสะท้อนความเป็นจริงที่มองจากมุมมองทางธุรกิจหลายมุมมอง ทั้งจากด้านการตลาด การผลิต การเงิน การวิจัยพัฒนา โดยแบ่งระดับคะแนนออกเป็น 5 ระดับคะแนนในแต่ละปัจจัยที่พิจารณา ซึ่งการกำหนดระดับคะแนนมาตรฐาน คือ การกำหนดค่าปัจจัยใดจะต้องมีค่าวัดเท่าใด สำหรับระดับคะแนน 1 ถึง 5 นอกจากนี้ยังมีการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละระดับคะแนนจากการเปรียบเทียบ ระดับคะแนนตามวิธีการเปรียบเทียบทีละคู่ (pairwise comparison) เหมือนกับการหาน้ำหนักปัจจัยที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 6 ซึ่งได้ผลลัพธ์ของน้ำหนักความสำคัญของระดับคะแนนดังตารางที่ 7.1 ซึ่งเป็นการแสดงในรูปน้ำหนักคะแนนแบบสะสม

ตารางที่ 7.1 น้ำหนักความสำคัญของระดับคะแนนในรูปแบบน้ำหนักคะแนนสะสม

ระดับคะแนน	น้ำหนักความสำคัญ
1	0.093
2	0.160
3	0.303
4	0.568
5	1.000

สำหรับเหตุผลในการกำหนดให้น้ำหนักความสำคัญของระดับคะแนนอยู่ในรูปแบบสะสม เนื่องจากเวลาประเมินผลทางเลือก ให้อยู่ในรูปน้ำหนักความสำคัญโดยรวม จากสมการ

$$Wi = \sum_{i=1}^{n} wixi$$

Wi = น้ำหนักความสำคัญโดยรวม

w_i = น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่พิจารณา

x_i = น้ำหนักความสำคัญของระดับคะแนนแต่ละระดับที่ทางเลือกได้รับในแต่ละปัจจัย

สำหรับรายการตรวจสอบกับระดับคะแนนมาตรฐานแสดงในภาคผนวก ค.

7.2 วิธีการใช้ระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาตามหลักการกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

สำหรับวิธีการใช้ระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาตามหลักการกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่มีขั้นตอนต่อไปนี้

ก. กำหนดผู้ตัดสินใจในที่นี้ คือ คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษาจำนวน 7 ท่าน อันประกอบด้วย ผู้จัดการโรงงาน ผู้อำนวยการฝ่ายการตลาด วิศวกรใหญ่พัฒนาผลิตภัณฑ์ หัวหน้าส่วนผลิต หัวหน้าส่วนส่งเสริมการผลิต หัวหน้าส่วนซ่อมบำรุงและวิศวกรรม และวิศวกรพัฒนาผลิตภัณฑ์

ข. กำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย โดยใช้ค่าน้ำหนักความสำคัญแบบถ่วงน้ำหนัก

ค. จัดเตรียมรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาให้พัฒนา

ง. กำหนดระดับคะแนนที่มีค่าเป็น 1 ถึง 5 ให้ผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาให้พัฒนาตามระดับคะแนนมาตรฐานที่กำหนดไว้

จ. ทำการประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice เพื่อคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญโดยรวมของแต่ละทางเลือก และทำการวิเคราะห์ความไวเพื่อตรวจสอบว่าน้ำหนักความสำคัญโดยรวมของทางเลือกจะเปลี่ยนไปอย่างไร ถ้าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเปลี่ยนไป

7.3 บทสรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึง การหารายการตรวจสอบและการกำหนดระดับคะแนนมาตรฐานเพื่อให้การประเมินผลทางเลือกมีความลำเอียงลดลงนั้นก็คือมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ซึ่งรายการตรวจสอบนั้นรายการต่าง ๆ ต้องชัดเจนเพียงพอรวมทั้งต้องสามารถกำหนดเป็นค่าวัดที่ชัดเจนได้เพื่อความสะดวกในการกำหนดระดับคะแนนมาตรฐานด้วยวิธีฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (Utility Function) สำหรับการทดลองใช้ระบบการตัดสินใจกับผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาจะกล่าวในบทถัดไป

บทที่ 8
การทดลองใช้ระบบการตัดสินใจเลือกวัสดุทนไฟ สำหรับการพัฒนาในอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์และอุตสาหกรรมเหล็ก

บทนี้เป็นการนำเอาระบบตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาตามกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) มาทดลองใช้สำหรับคัดเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนในอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์จำนวน 4 ผลิตภัณฑ์โดยมี1ผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ล้มเหลวในอดีตเพื่อทดสอบความน่าเชื่อถือของระบบที่พัฒนาขึ้นและสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็กในอุตสาหกรรมเหล็กมีจำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ โดยมีคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษา อันประกอบไปด้วย ผู้จัดการโรงงาน ผู้อำนวยการฝ่ายการตลาด วิศวกรใหญ่พัฒนาผลิตภัณฑ์ หัวหน้าส่วนผลิต หัวหน้าส่วนส่งเสริมการผลิต หัวหน้าส่วนซ่อมบำรุงและวิศวกรรม และ หัวหน้าส่วนขาย เป็นผู้ตรวจประเมินให้คะแนนทางเลือกภายใต้ปัจจัยต่าง ๆ ตามระดับคะแนนมาตรฐานที่กำหนดไว้ รวมทั้งมีการประมวลผลการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice โดยการพิจารณาถึงค่าน้ำหนักความสำคัญโดยรวมกับการวิเคราะห์ความไว

8.1 วัสดุทนไฟที่สมควรพัฒนาสำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน

มีผลิตภัณฑ์ที่เสนอเป็นทางเลือกให้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์พิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาจำนวน 4 ผลิตภัณฑ์ ดังต่อไปนี้

ก. ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 1

ประเภทผลิตภัณฑ์ : เป็นผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่ใช้ในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนประเภท Magnesia hyanite ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถลดต้นทุนการผลิต โดยอาศัยการใช้วัตถุดิบที่มีความบริสุทธิ์น้อยลง และให้มีสารจำพวกเหล็กเป็นส่วนประกอบมากขึ้น เพื่อความยืดหยุ่นตัวของวัสดุทนไฟให้สูงขึ้น ในขณะเดียวกันต้องการให้ผิวอิฐมีลักษณะมันเรียบ เพื่อทดต่อการกัดกร่อนของอัลคาไรด์ (Alkali) และสารประกอบซัลเฟอร์ (Sulfur) ในหม้อเผาซิเมนต์ ซึ่งคาดว่าจะช่วยเพิ่มอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่จาก 6-10 เดือน เป็นมากกว่า 12

ข. ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 2

ประเภทผลิตภัณฑ์ : เป็นผลิตภัณฑ์ประเภท Magnesia Chrome ซึ่งเป็นโครงการพัฒนาสายผลิตภัณฑ์เดิมขององค์กรที่ต้องการลดต้นทุนการผลิตและปรับปรุงให้มีค่าความยืดหยุ่นตัวมากขึ้น แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์ประเภทนี้หลังการใช้งานมีสารประเภท Cr^{6+} ซึ่งเมื่อถูกน้ำแล้วจะเป็นสารพิษที่ทำอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้ในอนาคตผลิตภัณฑ์ประเภทนี้คงไม่ได้รับความนิยมอีกต่อไป เนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้อยู่ในช่วงตกต่ำในวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์

ค. ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 3

ประเภทผลิตภัณฑ์ : เป็นผลิตภัณฑ์ที่ถูกตัดสินใจเลือกพัฒนาในช่วงปี พ.ศ.2540 – 2541 แต่โครงการไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากอายุการใช้งานสั้นมากในสินค้ารุ่นทดลอง ประกอบกับมีผลิตภัณฑ์จากคู่แข่งที่มีคุณสมบัติที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดีกว่าเข้าแนะนำในตลาด

แหล่งเทคโนโลยี : ซื้อเทคโนโลยีการผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา

ง. ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 4

ประเภทผลิตภัณฑ์ : เป็นผลิตภัณฑ์ประเภท Magnesia Spinel ที่ถูกตัดสินใจเลือกให้พัฒนาในช่วงปี พ.ศ.2540 –2541 แต่ผลิตภัณฑ์สามารถจำหน่ายในตลาดได้เพียง 1 ปีเท่านั้น คู่แข่งได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีราคาขายในตลาดต่ำกว่าราคาขายขององค์กรกรณีศึกษาถึง 6,000 บาทต่อตัน ทำให้ในปัจจุบัน พ.ศ.2542 – 2543 ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ได้ถูกพิจารณาให้ทำการปรับปรุงโดยการปรับปรุงคุณภาพให้เหมาะสมกับการใช้งานของลูกค่าให้มากขึ้นและพยายามลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง

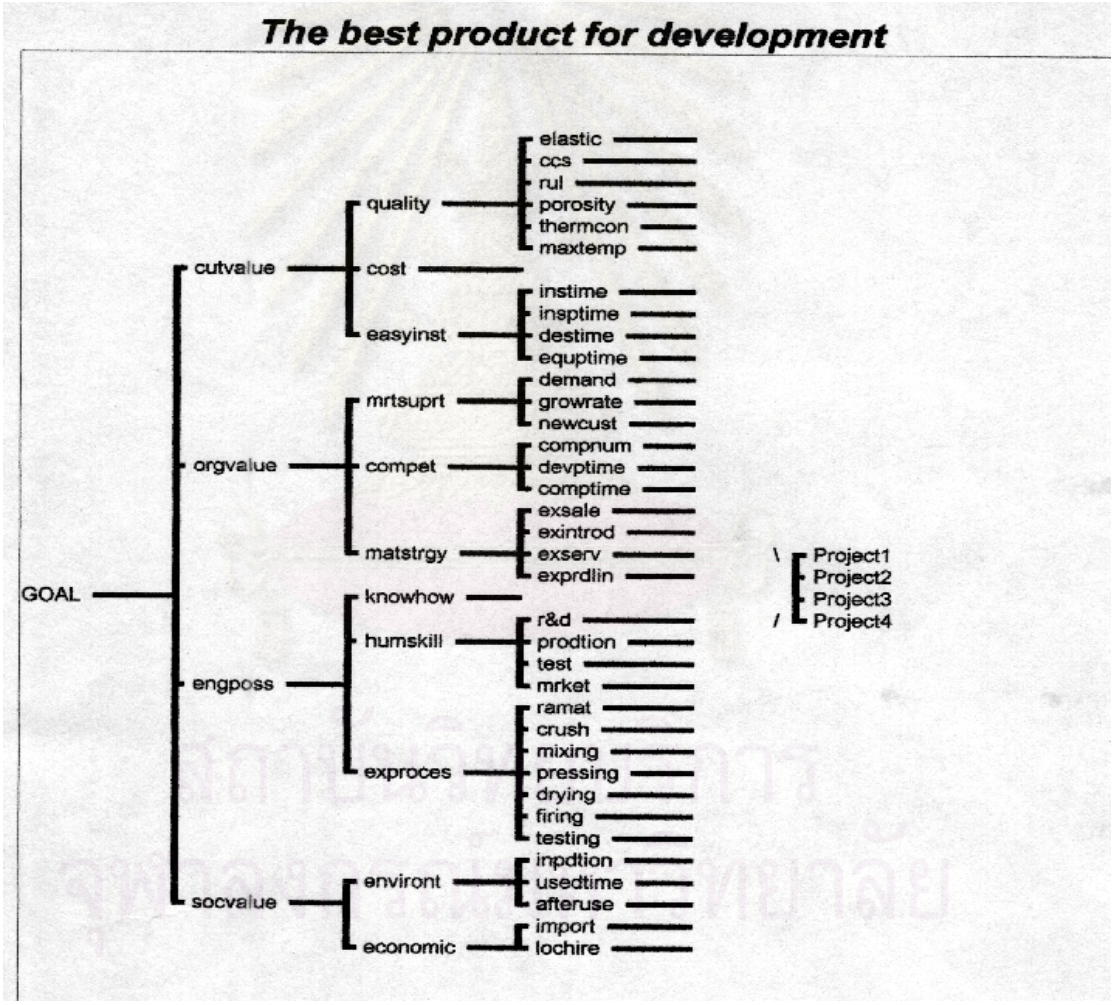
8.1.1 การให้คะแนนทางเลือกในแต่ละรายการตรวจสอบ

การประเมินผลการตัดสินใจ ทำได้โดยการกรอกรายละเอียดของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้พิจารณาดำเนินการพัฒนาขึ้นมานั้นลงในรายการตรวจสอบ โดยที่คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์จะดำเนินการรับรองความถูกต้องโดยการซักถามถึงที่มาและเหตุผลถึงข้อมูลนั้นๆ ในผลิตภัณฑ์ที่เสนอมาทีละผลิตภัณฑ์จนเป็นที่พอใจ จึงดำเนินการให้คะแนนตามระดับคะแนนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ตามที่แสดงในภาคผนวก ค โดยที่รายละเอียดและระดับคะแนนของผลิต

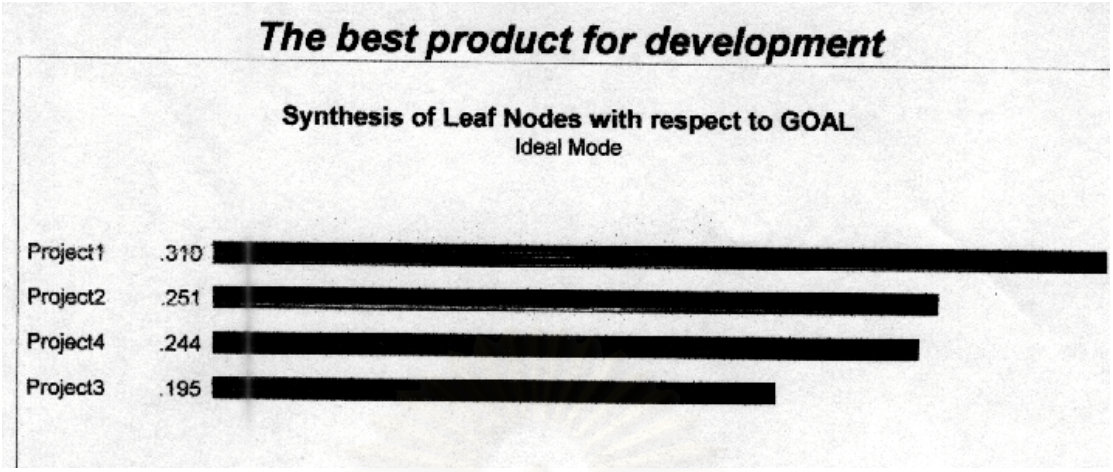
ภัณฑ์แต่ละผลิตภัณฑ์ได้รับสำหรับวัสดุทนไฟที่สมควรพัฒนาในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน แสดงได้ในตารางที่ ง.1 และ ง.2 ในภาคผนวก ง.ตามลำดับ

8.1.2 การวิเคราะห์และการประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice

สำหรับการประมวลผลค่าน้ำหนักโดยรวมของแต่ละทางเลือกนั้น ได้จากการประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice ช่วยในการประเมินผลโดยการสร้างรูปแบบการตัดสินใจเป็นโครงสร้างตามหลักการ AHP และการประมวลผลการหาค่าน้ำหนักความสำคัญโดยรวมของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณา ดังรูปที่ 8.1 และ 8.2 ตามลำดับ



รูปที่ 8.1 รูปแบบการตัดสินใจแบบโครงสร้างตามหลักการ AHP สำหรับวัสดุทนไฟในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน



รูปที่ 8.2 การหาน้ำหนักความสำคัญโดยรวมแต่ละผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน

8.1.3 ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน

ก. น้ำหนักความสำคัญโดยรวม

จากการประเมินและให้คะแนนตามรายการตรวจสอบทั้งหมดที่ได้จัดทำขึ้นนั้น พบว่าผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้รับค่าลำดับความสำคัญโดยรวมภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหาสูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 ลำดับน้ำหนักความสำคัญโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาให้พัฒนาสำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน

รายชื่อผลิตภัณฑ์	ค่าน้ำหนักความสำคัญโดยรวม
ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 1	0.310
ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 2	0.251
ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 3	0.195
ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 4	0.244

จากการพิจารณาถึงน้ำหนักความสำคัญโดยรวมของผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 1 ถึง 4 ที่เสนอพิจารณาพบว่าหากทำการตัดสินใจด้วยระบบการตัดสินใจที่พัฒนาขึ้น จะให้ผลลัพธ์ที่ค่อนข้างสะท้อนความเป็นจริงได้ดีในระดับที่น่าพอใจโดยมีผลการวิเคราะห์เรียงตามลำดับน้ำหนักความสำคัญโดยรวมจากน้อยไปหามาก ดังนี้

ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 3 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับน้ำหนักความสำคัญโดยรวมต่ำที่สุด และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ประสบความสำเร็จในตลาด ก่อนการประยุกต์ใช้ระบบการตัดสินใจที่พัฒนาขึ้น เนื่องจากคุณค่าต่อลูกค้า คุณค่าต่อองค์กร และคุณค่าต่อสังคม มีระดับคะแนนอยู่ในระดับต่ำสุด เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น

ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 4 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้น้ำหนักความสำคัญโดยรวมเป็นอันดับที่ 3 และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ถูกเลือกให้พัฒนาจากระบบการตัดสินใจแบบเดิม แต่มีอายุในตลาดได้เพียง 1 ปี ก็ไม่สามารถทำกำไรให้องค์กำได้อีกเนื่องจากคุณค่าต่อลูกค้า โดยเฉพาะในเรื่องของการปรับปรุงคุณภาพและ การลดต้นทุนยังไม่เพียงพอที่จะแข่งขันในตลาดได้

ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 2 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้น้ำหนักความสำคัญโดยรวมเป็นอันดับ 2 เนื่องจากมีจุดแข็งที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีต้นทุนและราคาขายต่ำ และเป็นการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เดิม ทำให้มีระดับคะแนนในเรื่องความสามารถทางวิศวกรรมสูง แต่มีปัญหาในเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งผลิตภัณฑ์ประเภทนี้อาจขายไม่ได้ในอนาคต

ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้น้ำหนักความสำคัญโดยรวมสูงสุด ซึ่งเป็นโครงการที่ดึงตัวผู้เชี่ยวชาญจาคู่แข่งระดับโลกมาช่วยพัฒนา ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นความหวังขององค์กรในอนาคต

ข. การวิเคราะห์ความไว

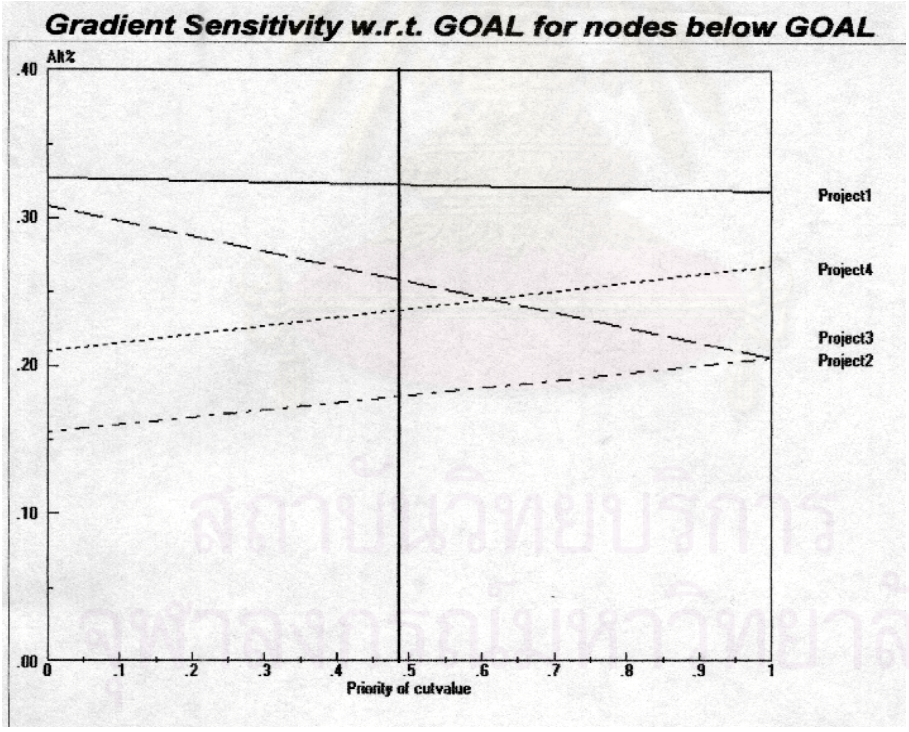
เป็นการวิเคราะห์เพื่อดูว่าปัจจัยต่าง ๆ มีอิทธิพลต่อการเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนามากน้อยเพียงใด เมื่อค่าน้ำหนักของปัจจัยภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหาเปลี่ยนแปลงไป โดยทางผู้วิจัยและคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ทำการวิเคราะห์ เฉพาะปัจจัยในระดับหมวดทั้ง 4 หมวด คือ หมวดคุณค่าต่อลูกค้า หมวดคุณค่าต่อองค์กร หมวดความสามารถในการผลิต และหมวดคุณค่าต่อสังคม เท่านั้น โดยได้ผลลัพธ์ดังนี้

รูปที่ 8.3 แสดงให้เห็นถึงค่าน้ำหนักปัจจัยของหมวดคุณค่าต่อลูกค้า เปลี่ยนแปลงไปเท่าไรก็ตามการตัดสินใจยังอยู่ที่ผลิตภัณฑ์ที่ 1

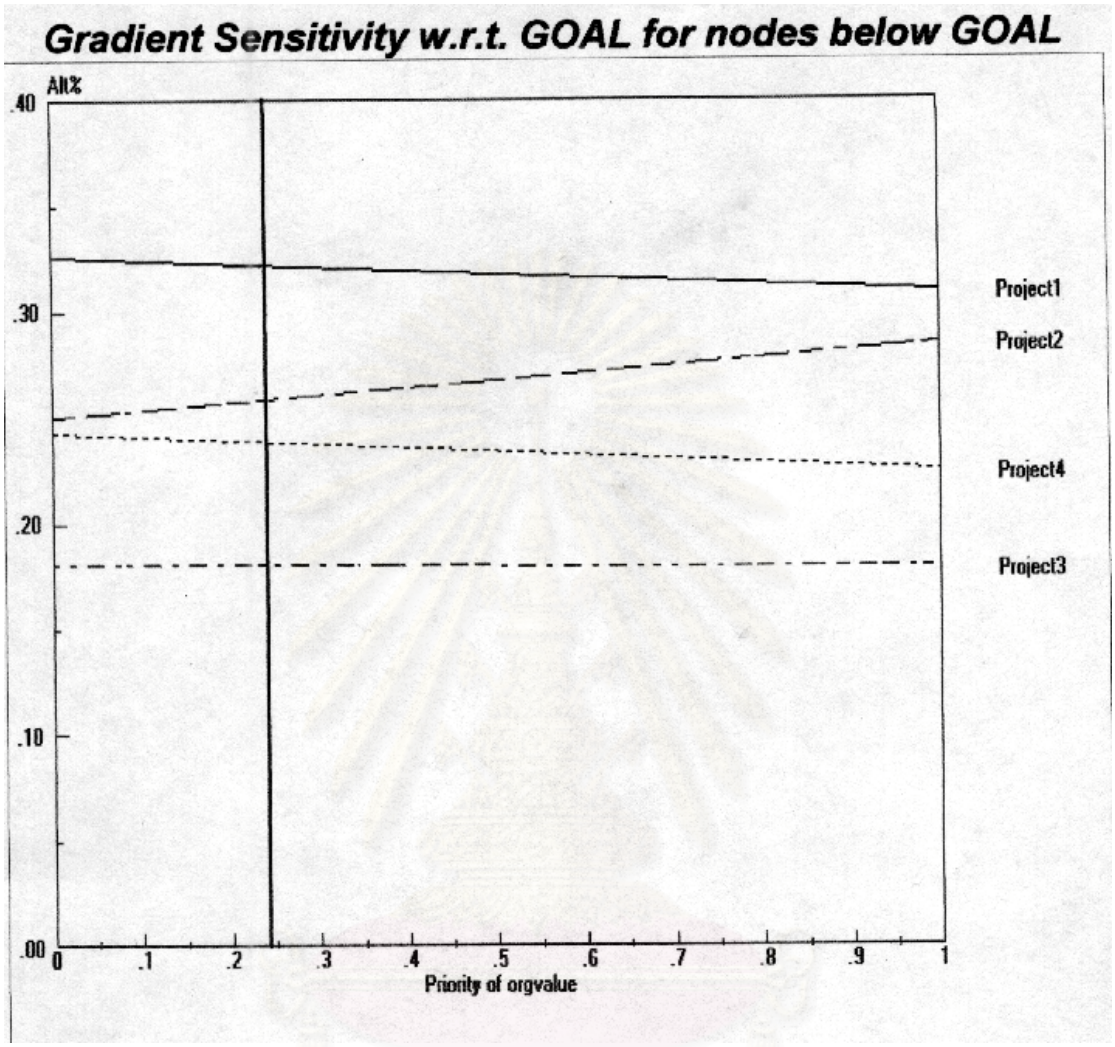
รูปที่ 8.4 แสดงให้เห็นถึงค่าน้ำหนักปัจจัยของหมวดคุณค่าต่อองค์กร เปลี่ยนแปลงไปเท่าไรก็ตาม การตัดสินใจยังอยู่ที่ผลิตภัณฑ์ที่ 1

รูปที่ 8.5 ถ้าพิจารณาถึงความสามารถทางวิศวกรรม จะเห็นว่าถ้าน้ำหนักความสำคัญของหมวดนี้เปลี่ยนจาก 0.148 เป็น 0.475 หรือเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 300 การตัดสินใจสมควรจะเลือกผลิตภัณฑ์ที่ 1 จะเปลี่ยนมาเป็นเลือกผลิตภัณฑ์ที่ 2 มาพัฒนา

จากการพิจารณาถึงน้ำหนักความสำคัญโดยรวม กับการวิเคราะห์ความไวที่ได้จากการประมวลผลทางเลือกภายใต้ระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับพัฒนาตามกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) ทางคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์มีมติให้เสนอผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 1 ให้กรรมการผู้จัดการขององค์กรกรณีศึกษาอนุมัติโดยมีการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินดังแสดงในตารางที่ 8.2 ซึ่งมีค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการถึง 66.5 ล้านบาทในเวลา 5 ปี และอัตราผลตอบแทนที่ต้องการอยู่ที่ร้อยละ 20

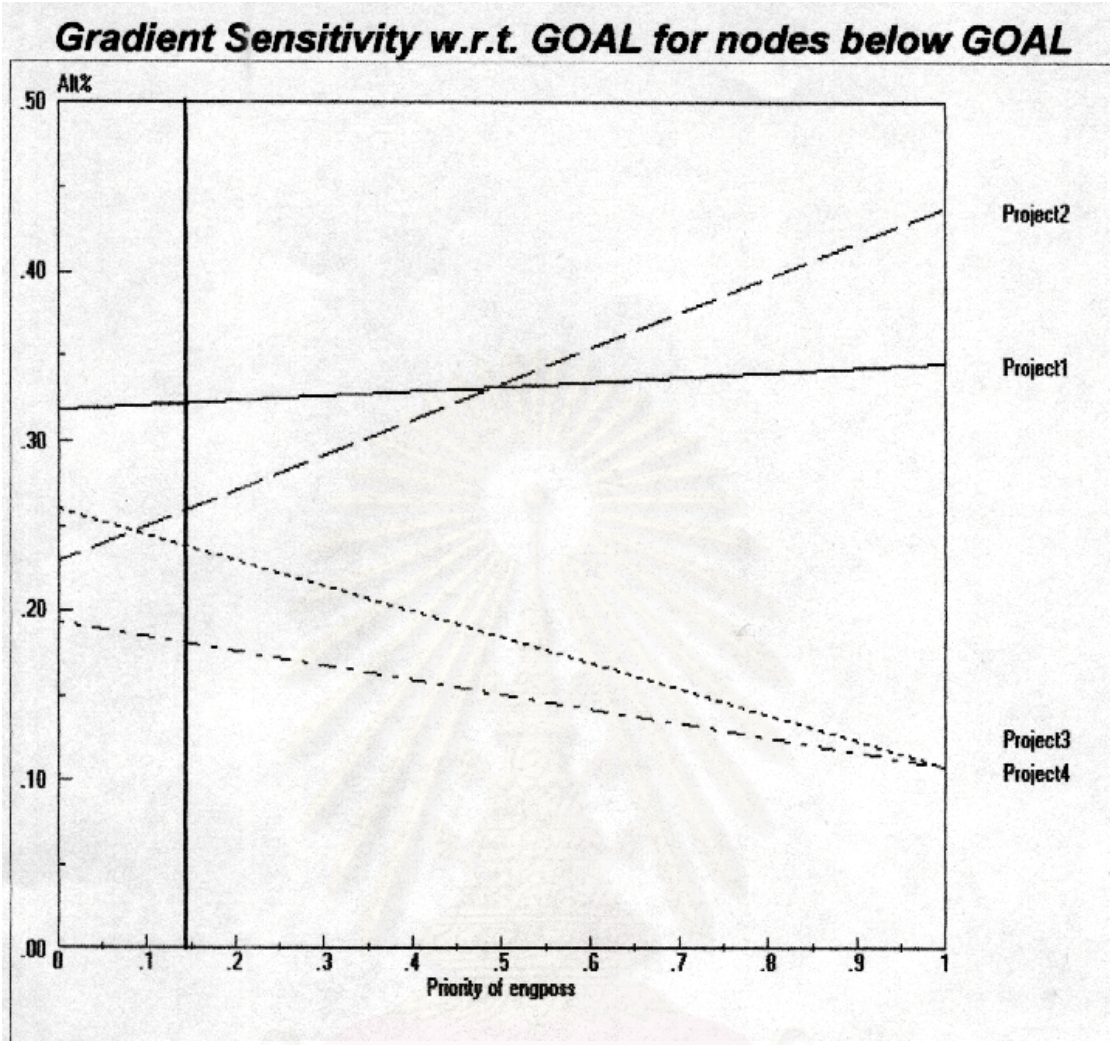


รูปที่ 8.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง คุณค่าต่อลูกค้ากับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับหม้อเผาซิเมนต์



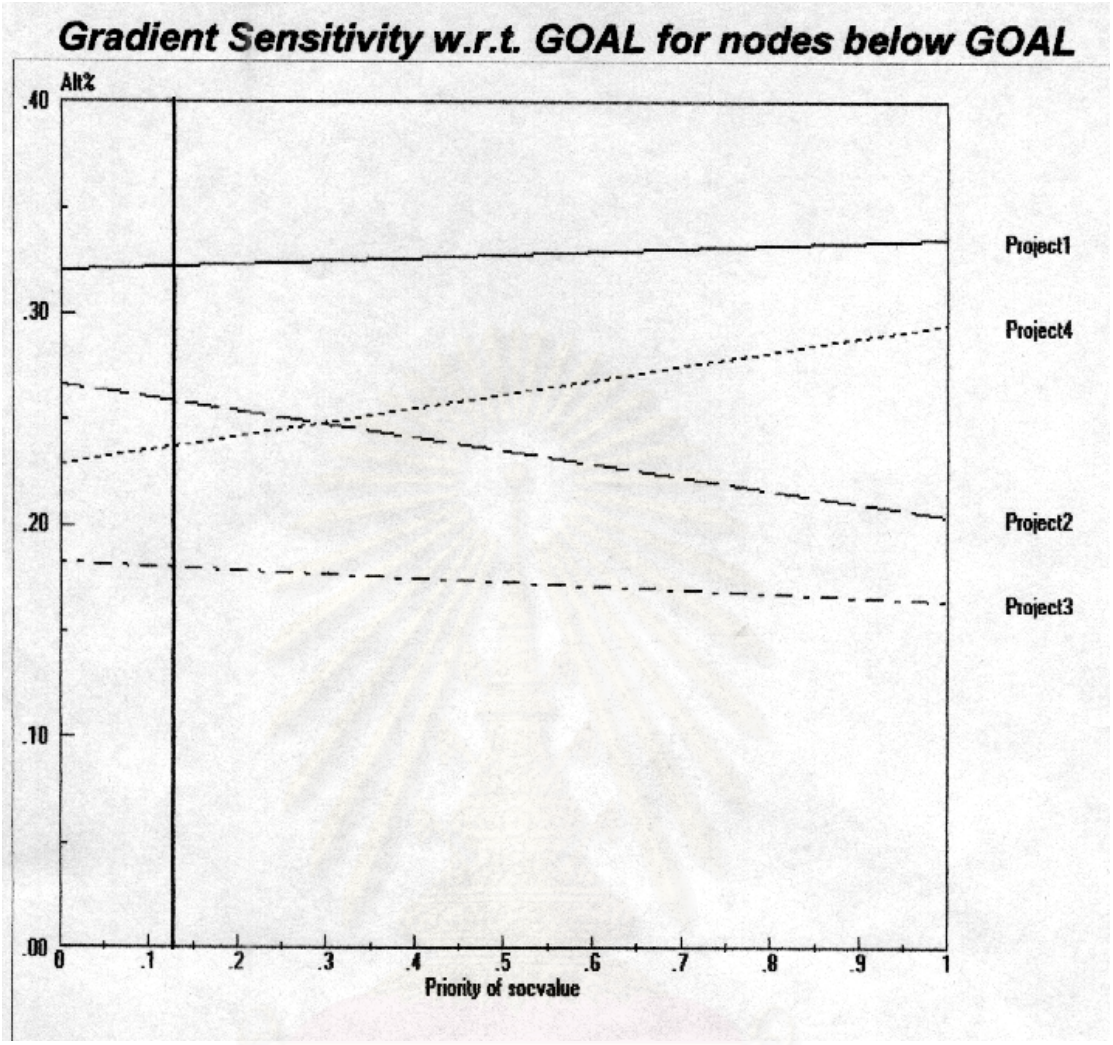
รูปที่ 8.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง คุณค่าต่อองค์กรกับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับหม้อเผาซิเมนต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความสามารถทางวิศวกรรมกับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับหม้อเผาซิเมนต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง คุณค่าต่อสังคมกับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับหม้อเผาซิเมนต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน : ผลิตภัณฑ์ที่ 1 : Magnesia hyanite

หน่วย : '000 บาท

ปีที่ / รายการ	1	2	3	4	5
กระแสเงินสดรับ (Inflow)					
- ประมาณการยอดขาย(ตัน)	*8,000*	*8,320*	*8,653*	*8,999*	*9,359*
- ประมาณการราคาขายต่อหน่วย	*22,000*	*22,000*	*22,000*	*22,000*	*22,000*
- ต้นทุนการผลิตผันแปร	*12,000*	*12,000*	*12,000*	*12,000*	*12,000*
1. การขาย					
1.1 การขายผลิตภัณฑ์	176,000	183,040	190,362	197,976	205,895
1.2 ผลพลอยได้	-	-	-	-	-
รวม	**176,000**	**183,040**	**190,362**	**197,976**	**205,895**
กระแสเงินสดจ่าย (Outflow)					
1. ต้นทุนการผลิตสินค้า					
1.1 ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย x ปริมาณการขาย	96,000	99,840	103,834	107,987	112,306
1.2 ต้นทุนคงที่ของผลิตภัณฑ์	48,000	49,920	51,917	53,993	56,153
2. เงินลงทุนในโครงการ					
2.1 ค่า Know-how	11,800	9,152	9,518	9,899	10,295
2.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทดลอง	1,000	-	-	-	-
2.3 ค่าปรับปรุงกระบวนการผลิต	500	-	-	-	-
2.4 ค่าฝึกอบรมพนักงานในการผลิตและจำหน่าย	300	-	-	-	-
2.5 ค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มในด้านการตลาด					
- ค่าแนะนำผลิตภัณฑ์เข้าสู่ตลาด	1,000	800	640	512	410
- ค่าบริการหลังการขาย	500	450	450	450	450
3. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม	-	-	-	-	-
รวม	**159,100**	**160,162**	**166,358**	**172,841**	**179,614**
กระแสเงินสดสุทธิ	**16,900**	**22,878**	**24,003**	**25,135**	**26,281**
อัตราผลตอบแทนที่ต้องการ	**20%**				
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	**66,545**				

8.2 วัสดุทนไฟที่สมควรพัฒนาในเบ้ารับน้ำเหล็ก

การศึกษาส่วนนี้เป็นการนำเอาระบบการตัดสินใจที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้เพื่อตัดสินใจเลือก และเรียงลำดับความน่าสนใจของผลิตภัณฑ์ตามหลักการลำดับความสำคัญโดยรวม ทั้งนี้การคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาในอุตสาหกรรมเหล็กที่ใช้ที่เบ้ารับน้ำเหล็ก โดยมีทางเลือกสำหรับการประเมิน 3 ทางเลือก โดยมีวิธีการและทีมผู้ตรวจประเมินเช่นเดียวกับในส่วนที่ 8.1 คือ

ผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็กมี 3 ผลิตภัณฑ์ ดังนี้

ก. ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ A และ B เป็นผลิตภัณฑ์ประเภท Magnesia – Carbon ซึ่งเป็นโครงการที่พยายามปรับปรุงจากผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดในองค์กรในเรื่องของการทนต่อการกัดกร่อนของ slag เพื่อให้มีคุณภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าลูกค้าต้องการมากที่สุดซึ่งเป็นอิฐประเภท Dolomite และวัตถุประสงค์อีกประการคือความพยายามลดต้นทุนผันแปรลง

ข. ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ C เป็นผลิตภัณฑ์ประเภท High Alumina ซึ่งมีคุณสมบัติบางประการด้อยกว่าผลิตภัณฑ์ประเภท Magnesia Carbon แต่มีราคาต่ำกว่ามากซึ่งการพัฒนานี้มีจุดประสงค์สำหรับเบ้ารับน้ำเหล็กขนาดเล็ก

8.2.1 การให้คะแนนทางเลือกในแต่ละรายการตรวจสอบ

ได้ผู้ดำเนินการตรวจสอบเช่นเดียวกับในส่วนที่ 8.1 ซึ่งใช้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษาได้ผลการตรวจสอบและการให้ระดับคะแนนได้ดังตารางที่ ง.3 และ ง.4 ในภาคผนวก ง. ตามลำดับ

8.2.2 การวิเคราะห์และการประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice

ใช้โปรแกรม Expert choice เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ และประมวลผลโดยมีโครงสร้างปัญหาแบบลำดับขั้น ซึ่งแสดงในรูปที่ 8.7 และค่าน้ำหนักความสำคัญโดยรวมของแต่ละผลิตภัณฑ์แสดงในรูปที่ 8.8 สำหรับการวิเคราะห์ความไวสามารถแสดงในรูปที่ 8.9 ถึง 8.12

ซึ่งแสดงถึงค่าน้ำหนักโดยรวมของแต่ละผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนแปลงอย่างไรถ้าน้ำหนักความสำคัญของหมวดคุณค่าต่อลูกค้า คุณค่าต่อองค์กร ความสามารถทางวิศวกรรม และคุณค่าต่อสังคม เปลี่ยนแปลงไปตามลำดับ

8.2.3 ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาในเบ้ารับน้ำเหล็ก

ก. น้ำหนักความสำคัญโดยรวม

จากการประเมินและให้คะแนนตามรายการตรวจสอบทั้งหมดที่ได้จัดทำขึ้นนั้น พบว่า ผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้รับค่าลำดับความสำคัญโดยรวมภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหาสูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 8.3

ตารางที่ 8.3 ลำดับน้ำหนักความสำคัญโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาให้พัฒนาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็ก

รายชื่อผลิตภัณฑ์	ค่าน้ำหนักความสำคัญโดยรวม
ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ A	0.337
ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ B	0.376
ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ C	0.287

ข. การวิเคราะห์ความไว

เป็นการวิเคราะห์เพื่อดูว่าปัจจัยต่าง ๆ มีอิทธิพลต่อการเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนามากน้อยเพียงใด เมื่อค่าน้ำหนักของปัจจัยภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหาเปลี่ยนแปลงไป โดยทางผู้วิจัยและคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ทำการวิเคราะห์ เฉพาะปัจจัยในระดับหมวดทั้ง 4 หมวด คือ หมวดคุณค่าต่อลูกค้า หมวดคุณค่าต่อองค์กร หมวดความสามารถในการผลิต และหมวดคุณค่าต่อสังคม เท่านั้น โดยได้ผลลัพธ์ดังนี้

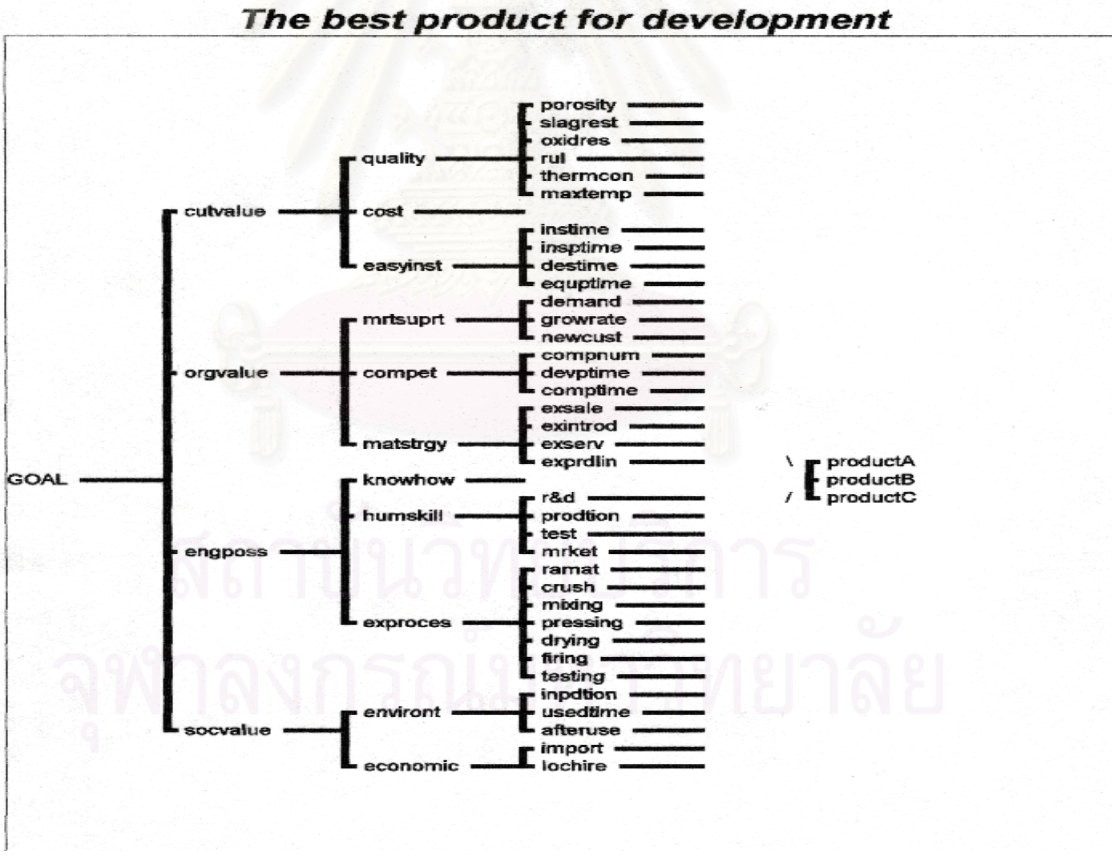
รูปที่ 8.9 แสดงให้เห็นถึงค่าน้ำหนักปัจจัยของหมวดคุณค่าต่อลูกค้า เปลี่ยนแปลงไปเท่าไรก็ตามการตัดสินใจยังอยู่ที่ผลิตภัณฑ์ที่ B

รูปที่ 8.10 แสดงให้เห็นถึงค่าน้ำหนักปัจจัยของ หมวดคุณค่าต่อองค์กร เปลี่ยนแปลงไปจาก 0.24 ถึง 0.05 หรือเปลี่ยนแปลงเท่าไรก็ตาม การตัดสินใจยังอยู่ที่ผลิตภัณฑ์ที่ B

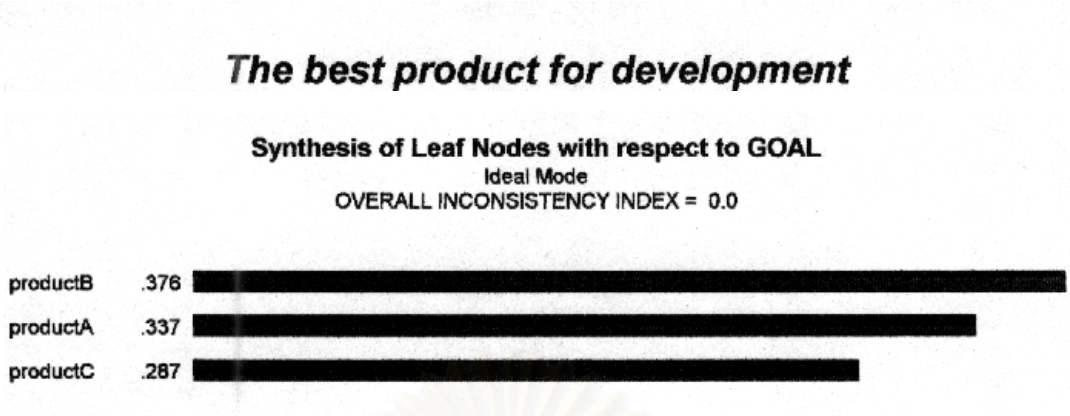
รูปที่ 8.11 ถ้าพิจารณาถึงความสามารถทางวิศวกรรม จะเห็นว่าถ้าน้ำหนักความสำคัญของหมวดนี้เปลี่ยนจาก 0.148 เป็น 0.91 หรือเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 600 การตัดสินใจสมควรจะเลือกผลิตภัณฑ์ที่ B จะเปลี่ยนมาเป็นเลือกผลิตภัณฑ์ที่ C มาพัฒนา

รูปที่ 8.12 ในหมวดของคุณค่าต่อสังคม ซึ่งเป็นการพิจารณาในเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ พบว่าน้ำหนักความสำคัญโดยรวมของผลิตภัณฑ์ B จะน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ C เมื่อน้ำหนักความสำคัญของหมวดนี้เปลี่ยนจาก 0.12 เป็น 0.75 หรือเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 600

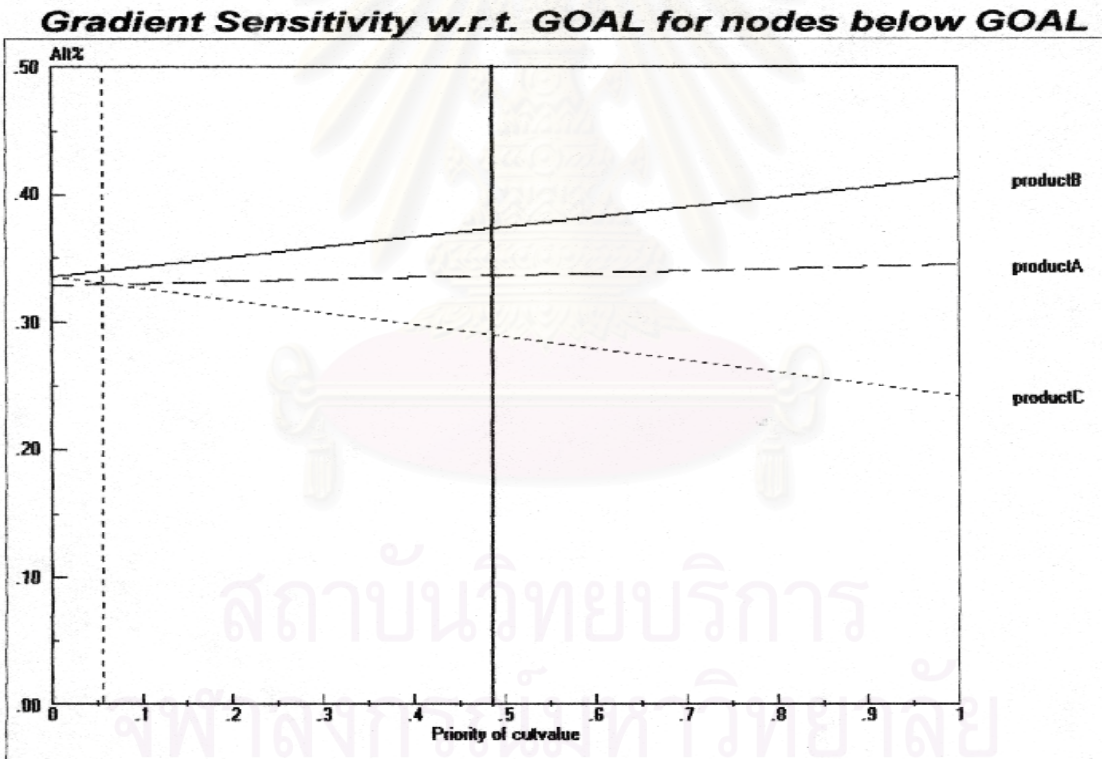
จากการพิจารณาถึงน้ำหนักความสำคัญโดยรวม กับการวิเคราะห์ความไว ทางคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้เสนอให้กรรมการผู้จัดการพิจารณาอนุมัติให้พัฒนาผลิตภัณฑ์ B ขึ้นเป็นลำดับแรกโดยมีการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินดังแสดงในตารางที่ 8.4 ซึ่งมีค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการถึง 9.5 ล้านบาทในเวลา5ปีและอัตราผลตอบแทนที่ต้องการอยู่ที่ร้อยละ 20



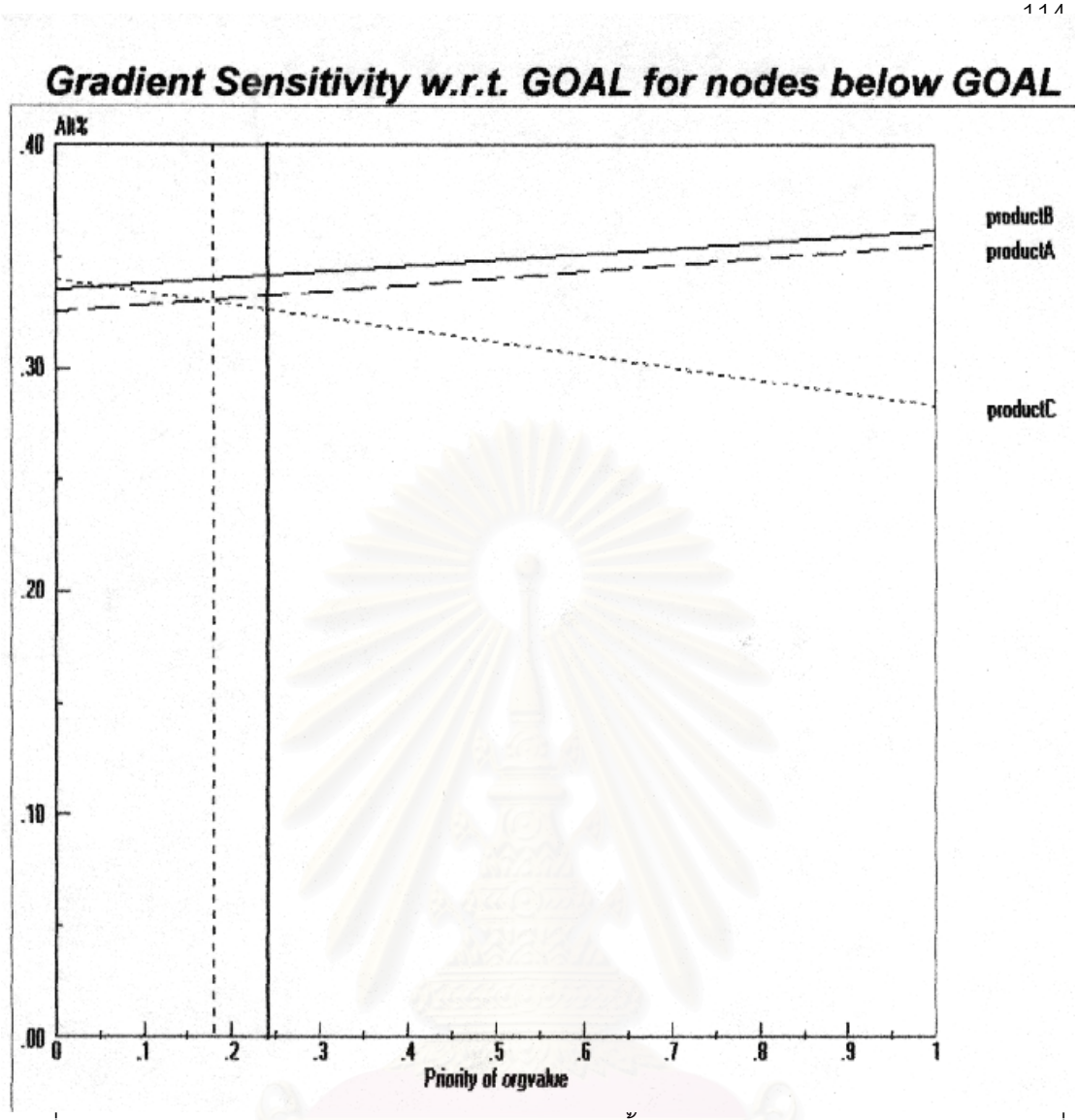
รูปที่ 8.7 รูปแบบการตัดสินใจแบบโครงสร้างตามหลักการ AHP สำหรับวัสดุทนไฟในเบ้ารับน้ำเหล็ก



รูปที่ 8.8 การหาน้ำหนักความสำคัญโดยรวมแต่ละผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็ก

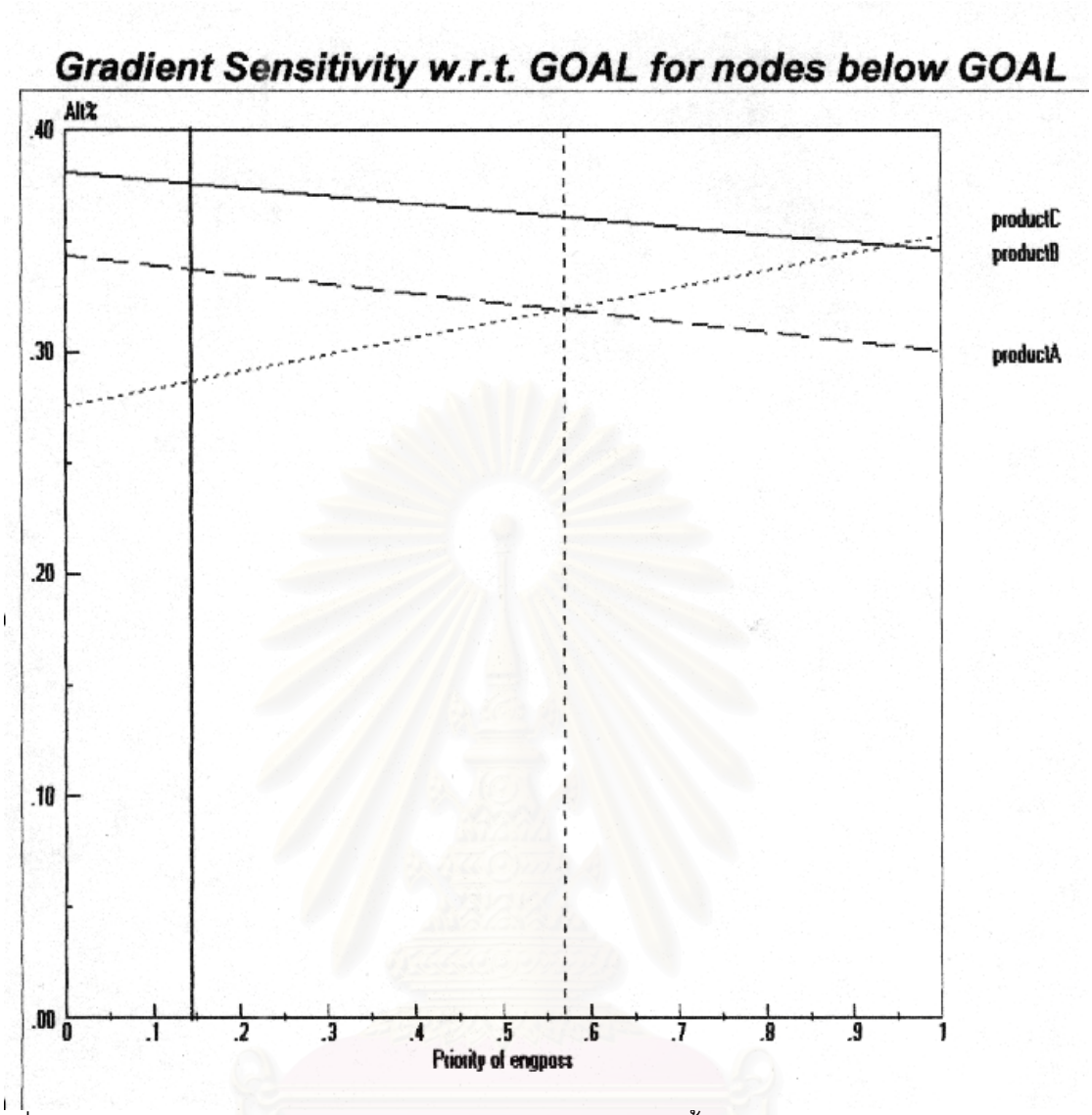


รูปที่ 8.9 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าต่อลูกค้ากับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็ก



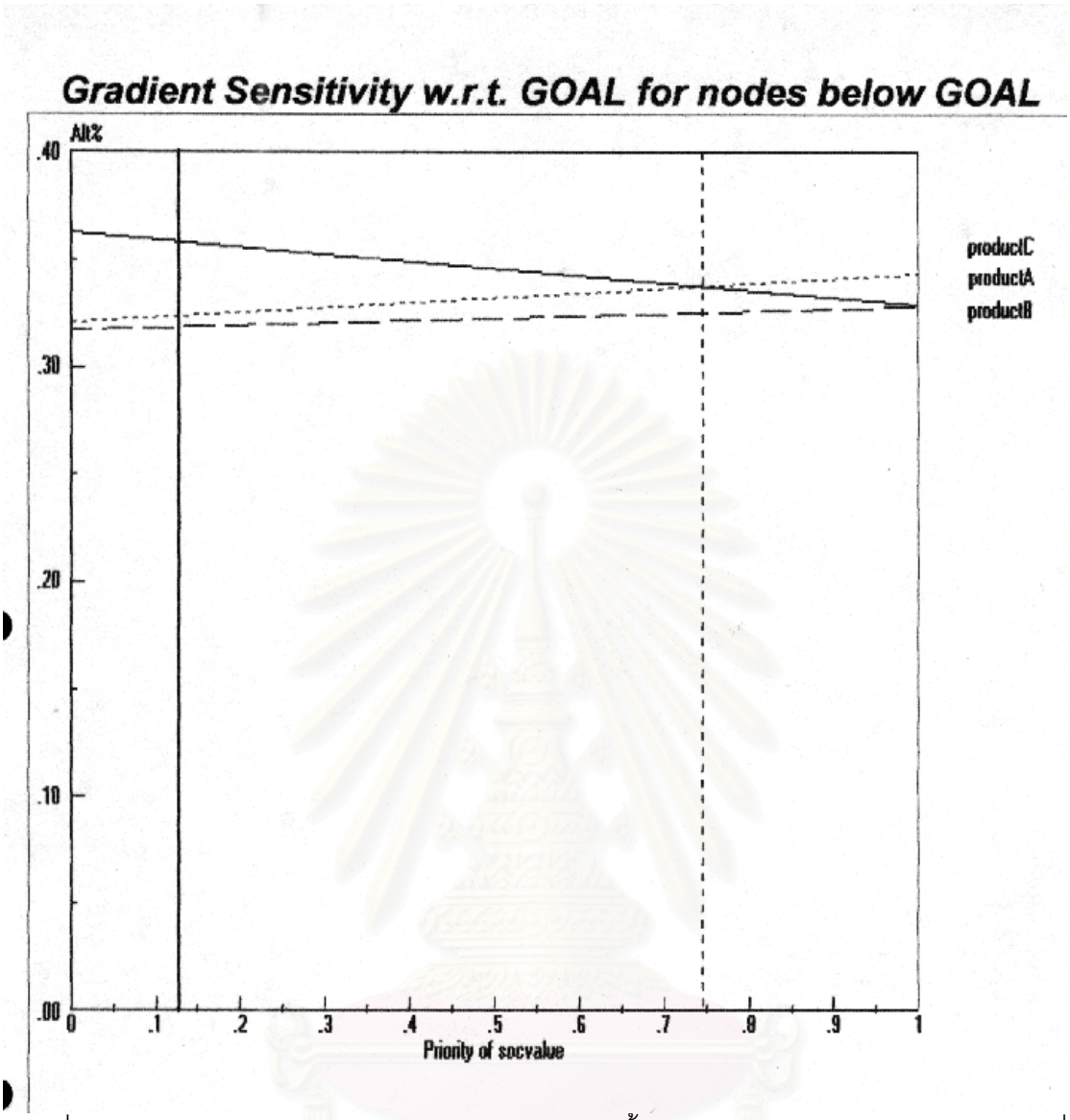
รูปที่ 8.10 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าต่อองค์กรกับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการผลิตกับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณา สำหรับเบ้ารับน้ำเหล็ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.12 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าต่อสังคมกับน้ำหนักความสำคัญรวมของผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน : ผลิตภัณฑ์ที่ B : Magnesia carbon : Grade 2

หน่วย : '000 บาท

ปีที่ / รายการ	1	2	3	4	5
กระแสเงินสดรับ (Inflow)					
- ประมาณการยอดขาย(ตัน)	*5,000*	*5,250*	*5,513*	*5,788*	*6,078*
- ประมาณการราคาขายต่อหน่วย	*25,000*	*25,000*	*25,000*	*25,000*	*25,000*
- ต้นทุนการผลิตผันแปร	*19,000*	*19,000*	*19,000*	*19,000*	*19,000*
1. การขาย					
1.1 การขายผลิตภัณฑ์	125,000	131,250	137,813	144,703	151,938
1.2 ผลพลอยได้	-	-	-	-	-
รวม	**125,000**	**131,250**	**137,813**	**144,703**	**151,938**
กระแสเงินสดจ่าย (Outflow)					
1. ต้นทุนการผลิตสินค้า					
1.1 ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย x ปริมาณการขาย	95,000	99,750	104,738	109,974	115,473
1.2 ต้นทุนคงที่ของผลิตภัณฑ์	28,500	28,500	28,500	28,500	28,500
2. เงินลงทุนในโครงการ					
2.1 ค่า Know-how	-	-	-	-	-
2.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทดลอง	500	-	-	-	-
2.3 ค่าปรับปรุงกระบวนการผลิต	500	-	-	-	-
2.4 ค่าฝึกอบรมพนักงานในการผลิตและจำหน่าย	100	-	-	-	-
2.5 ค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มในด้านการตลาด					
- ค่าแนะนำผลิตภัณฑ์เข้าสู่ตลาด	50	40	32	26	20
- ค่าบริการหลังการขาย	30	30	30	30	30
3. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม	500	500	500	500	500
รวม	**125,180**	**128,820**	**133,800**	**139,030**	**144,524**
กระแสเงินสดสุทธิ	**(180)**	**2,430**	**4,013**	**5,673**	**7,415**
อัตราผลตอบแทนที่ต้องการ	**20%**				
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	**9,576**				

8.3 บทสรุป

จากการทดลองประยุกต์ใช้ระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาสำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนและเบ้ารับน้ำเหล็กนั้น พบว่าการประเมินทางเลือกและการตัดสินใจเป็นไปอย่างมีหลักการและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น เนื่องจาก

1. มีการวิเคราะห์ปัจจัยอย่างเป็นระบบ โดยมองจากภาพรวมของธุรกิจ แยกตามมุมมองต่าง ๆ ที่หลากหลาย เช่น ด้านการผลิต ด้านการตลาด ด้านการเงิน เป็นต้น รวมทั้งมีการกำหนดน้ำหนักปัจจัยที่สะท้อนภาพความเป็นจริง

2. มีการให้คะแนนทางเลือกอย่างเป็นระบบ เนื่องจากมีการกำหนดระดับคะแนนมาตรฐานล่วงหน้า

3. มีการวิเคราะห์ความไวเพื่อพิจารณาถึงผลลัพธ์ที่อาจเปลี่ยนแปลง ถ้าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ เปลี่ยนไป

4. มีการจัดทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินควบคู่กับผลจากการระบบการตัดสินใจทำให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจสามารถตัดสินใจได้ง่ายขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 9

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาในองค์กรที่เป็นผู้ผลิตวัสดุทนไฟรายใหญ่ที่สุดในประเทศและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เพื่อทำการหาปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ รวมทั้งการประยุกต์ใช้ระบบการตัดสินใจสำหรับเลือกพัฒนาวัสดุทนไฟ ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางธุรกิจขององค์กรนั้น เริ่มจากการศึกษาปัจจัยและกระบวนการตัดสินใจเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์เดิมเป็นที่มีปัจจัยที่พิจารณาในการเลือกพัฒนาทั้งสิ้น 7 ปัจจัย โดยมีน้ำหนักความสำคัญเท่ากัน คือ ปริมาณความต้องการในตลาด ส่วนแบ่งทางการตลาดขององค์กรปัจจุบัน คุณภาพของผลิตภัณฑ์ อายุของผลิตภัณฑ์ วิธีการติดตั้ง ช่วงอายุของผลิตภัณฑ์ และระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

โดยในแต่ละปัจจัยพิจารณาสถานะแยกเป็น 2 ประเภท คือ น่าสนใจหรือต้องการปรับปรุงใช้สัญลักษณ์ O และไม่น่าสนใจหรือไม่ต้องการปรับปรุงใช้สัญลักษณ์ X และจะพิจารณานำผลิตภัณฑ์มาพัฒนาเมื่ออัตราส่วน O/X > 1 จากการใช้เกณฑ์การตัดสินใจในระบบเดิมนั้น เนื่องจากทุกปัจจัยมีน้ำหนักเท่ากัน และบางส่วนเป็นเหตุเป็นผลกัน เช่น ส่วนแบ่งทางการตลาดจะเพิ่มได้ ผลิตภัณฑ์ต้องมีคุณภาพ แต่คำว่าคุณภาพกลับไม่มีนิยามที่ชัดเจน ทำให้การตัดสินใจขั้นสุดท้ายอยู่ภายใต้ความเสี่ยงต่อการล้มเหลวสูง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาออกมาส่วนใหญ่ไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กร ซึ่งอาจก่อให้เกิด ความสูญเสียทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อองค์กรในระยะยาว

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อหาคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ และอุตสาหกรรมเหล็กในส่วนที่ต้องใช้งาน ณ อุณหภูมิสูงในอนาคตอีก 5 ปีข้างหน้าโดยอาศัยการคาดการณ์ของผู้เชี่ยวชาญร่วมกับเอกสารทางวิชาการจากต่างประเทศและหาปัจจัยที่สำคัญในการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาในอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟ รวมถึงจัดทำระบบการตัดสินใจให้เป็นมาตรฐานเพื่อให้สะดวกต่อการตัดสินใจของผู้บริหารระดับสูงต่อไปโดยมีกระบวนการศึกษาที่สำคัญดังนี้

1. การคัดเลือกปัจจัยหลักที่จำเป็นต้องพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ ประกอบด้วย

ก. รวบรวมปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณาจาก หนังสือ บทความ การระดมสมองของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กร เพื่อนำมาจัดทำแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง แผนผังแสดงความสัมพันธ์ และแบบจำลองโครงสร้างลำดับชั้น เพื่อให้เกิดภาพที่ชัดเจนของปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ

ข. ดำเนินการเปรียบเทียบความสำคัญโดยการใช้เทคนิคการเปรียบเทียบทีละคู่ โดยใช้แบบสอบถาม และให้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ 7 ท่าน เป็นผู้ประเมิน

ค. คำนวณหาน้ำหนักความสำคัญโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice

2. การจัดทำระบบตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาตามกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ประกอบด้วย

ก. ปัจจัยที่นำมาพิจารณา โดยเลือกจากปัจจัยหลักที่ได้จากข้อ 1

ข. การให้คะแนนผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่เสนอพิจารณา โดยมีการกำหนดระดับคะแนนมาตรฐานล่วงหน้าเป็น 5 ระดับคะแนน

ค. การประมวลผลการตัดสินใจด้วยโปรแกรม Expert Choice

ง. สรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการตัดสินใจ

9.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาและพัฒนาระบบการตัดสินใจคัดเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา รวมทั้งนำมาทดลองใช้งานจริง พบว่าสามารถทำให้การตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์สามารถกระทำได้อย่างสมเหตุสมผล และสมารถอธิบายถึงเหตุผลในการตัดสินใจได้ เนื่องจาก

9.1.1 การกำหนดปัจจัยที่ต้องพิจารณา

เกิดจากการผสมผสานความรู้ที่ได้จากการศึกษาบทความทางวิชาการ ประสบการณ์ของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นผู้บริหารระดับสูงขององค์กรกรณีศึกษาที่มีประสบการณ์ในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟมาเป็นเวลามากกว่า 10 ปีในแต่ละท่านโดยการใช้เครื่องมือที่ทำให้เกิดการระดมสมองและการสร้างความคิดสร้างสรรค์ที่ลง

ตัวในการมองภาพรวมของธุรกิจมากกว่าใช้ประสบการณ์จากผู้มีอำนาจเพียงอย่างเดียว โดยที่เครื่องมือที่ใช้เป็นที่รู้จักกันดี คือ แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram) และแผนผังแสดงความสัมพันธ์ (Relation diagram) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือในการควบคุมคุณภาพชนิดใหม่ 7 อย่าง (New 7 QC tools) ทำให้คณะกรรมการผลิตภัณฑ์ได้มองเห็นถึงความเกี่ยวโยงและความสัมพันธ์ของปัจจัยอย่างเป็นระบบ รวมทั้งยังช่วยให้เกิดการถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ในคณะกรรมการแต่ละท่านที่มีมุมมองและทัศนคติส่วนตัวที่แตกต่างกัน นอกจากนี้เพื่อให้สามารถมองภาพของเป้าหมาย คือ ผลิตภัณฑ์ที่สมควรได้รับการพัฒนาได้ดียิ่งขึ้น จึงมีการจัดทำปัจจัยต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างลำดับชั้น

9.1.2 การกำหนดน้ำหนักความสำคัญปัจจัย

สำหรับการกำหนดน้ำหนักปัจจัยต่าง ๆ ใช้หลักการการเปรียบเทียบปัจจัยที่อยู่ในระดับเดียวกันจากรูปแบบโครงสร้างลำดับชั้นทีละคู่ และมีการทดสอบความสอดคล้องของการเปรียบเทียบ และการเปรียบเทียบคณะกรรมการแต่ละท่านทำการประเมินเป็นอิสระ ทำให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ไม่เอนเอียงเพียงเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการผู้บริหารระดับที่สูงกว่าเท่านั้น นอกจากนี้การให้น้ำหนักปัจจัยเกิดจากค่าเฉลี่ยเรขาคณิตแบบถ่วงน้ำหนักปัจจัยที่คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์จำนวน 7 ท่านที่ทำการเปรียบเทียบ โดยที่การคำนวณน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทำได้ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice ซึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ สำหรับการพัฒนามีดังนี้

ก. คุณภาพที่พึงประสงค์ ร้อยละ 22.2
ข. ราคาขายเทียบกับต้นทุนผันแปร ร้อยละ 18.0
ค. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ร้อยละ 9.3
ง. Know how ที่ใช้ในการพัฒนา ร้อยละ 8.7
จ. ความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน ร้อยละ 8.4
ฉ. ระยะเวลาที่คาดว่าคู่แข่งจะพัฒนาผลิตภัณฑ์เทียบเท่า ร้อยละ 4.6

โดยที่ทำการพิจารณาเพียง 6 ปัจจัย ทำมีผลรวมของน้ำหนักความสำคัญถึงร้อยละ 71.2 จากปัจจัยที่ต้องพิจารณาทั้งหมด สาเหตุที่ทำให้ปัจจัยดังกล่าวทั้ง 6 ปัจจัยมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาสูงเนื่องจาก

1. ปัจจัยคุณภาพที่พึงประสงค์ สำหรับปัจจัยนี้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด เนื่องจากวัสดุทนไฟเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในกระบวนการผลิตของลูกค้า ดังนั้นหากวัสดุทนไฟเสียหายก่อนเวลาอันสมควรจะทำให้ลูกค้าสูญเสียเงินจำนวนมาก เนื่องจากต้องหยุดกระบวนการผลิต นอกจากนี้คู่แข่งที่มาจากต่างประเทศก็เป็นผู้ผลิตที่มีชื่อเสียงในระดับสากล เป็นที่น่าเชื่อถือต่อลูกค้าทั่วไป และผลิตภัณฑ์ที่ออกจำหน่ายก็มีอายุการใช้งานยาวนานกว่าองค์กรกรณีศึกษาในปัจจุบัน

2. ปัจจัยด้านราคาขายต่อต้นทุนผันแปร เป็นปัจจัยที่สำคัญเนื่องจากปัจจุบันมีการแข่งขันในธุรกิจอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟค่อนข้างรุนแรง และเศรษฐกิจที่ซบเซาทำให้ลูกค้าส่วนใหญ่ต้องลดต้นทุนการผลิต ดังนั้นการที่ผลิตภัณฑ์มีราคาขายต่อต้นทุนผันแปรสูง จะทำให้องค์กรสามารถลดราคาผลิตภัณฑ์เพื่อเข้าตลาดได้ หรือหากมองในแง่ขององค์กร คือ สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มสูงมากขึ้น

3. ปัจจัยด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากสิ่งแวดล้อมกำลังเป็นกระแสที่นิยมในปัจจุบันและคาดการณ์ว่าในอนาคตอันใกล้นี้โลกธุรกิจจะตื่นตัวในเรื่องนี้มากขึ้น รวมทั้งองค์กรกรณีศึกษาได้รับการรับรองมาตรฐานสิ่งแวดล้อม ISO14001 ทำให้ปัจจัยนี้มีน้ำหนักความสำคัญมากต่อองค์กรกรณีศึกษา

4. Know how ที่ใช้ในการพัฒนา มีความสำคัญกล่าวคือ เป็นดัชนีที่ผู้บริหารประเมินว่าโครงการที่เสนอพิจารณานั้น มีความน่าเชื่อในการพัฒนาให้สำเร็จมากน้อยเพียงใด เนื่องจากการลงทุนในการเริ่มการพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟคิดเป็นมูลค่าค่อนข้างสูง

5. ความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน เนื่องจากลูกค้าต้องการให้มีเวลาสูญเสียในการผลิตต่ำที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ดังนั้นการติดตั้งใช้งานวัสดุทนไฟ จึงต้องมีความรวดเร็ว

6. ระยะเวลาที่คาดว่าคู่แข่งจะพัฒนาสินค้ามาเทียบเท่า มีความสำคัญเนื่องจากการป้องกันสินค้าเลียนแบบ ซึ่งอาจทำให้ลูกค้าสับสนและอาจมีผลกระทบต่อราคาขายผลิตภัณฑ์ต่อไป

9.1.3 การจัดทำรายการตรวจสอบและการกำหนดระดับคะแนนมาตรฐาน

การจัดทำรายการตรวจสอบและการกำหนดระดับคะแนนมาตรฐาน ทำให้ลดการเอนเอียงการประเมินทางเลือก และระดับคะแนนมาตรฐานที่จัดทำขึ้นมาจากมติของผู้บริหารซึ่งเป็นคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทำให้การกำหนดระดับคะแนนดังกล่าวน่าที่จะเป็นภาพที่แท้จริงของธุรกิจในปัจจุบันได้พอสมควร นอกจากนี้ปัจจัยที่ยังไม่ชัดเจน เช่น คุณภาพที่พึงประสงค์ยังมีการศึกษาถึงการแปลงระดับคุณภาพให้มาอยู่ในรูปของคุณสมบัติของวัสดุทนไฟที่สามารถวัดค่าได้ ทำให้การกำหนดระดับคะแนนเป็นไปอย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น

9.1.4 การประมวลผล

การประมวลผล ยึดหลักน้ำหนักความสำคัญโดยรวม และการวิเคราะห์ความไวเป็นส่วนประกอบในการพิจารณาก่อนการเสนอให้ผู้มีอำนาจพิจารณาอนุมัติ ซึ่งการประมวลผลสามารถตรวจสอบถึงข้อดีและข้อด้อยของทางเลือกต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ทำให้สามารถรู้ถึงจุดที่ต้องปรับปรุงในแต่ละโครงการเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น

9.1.5 ผลจากการทดลองนำระบบที่พัฒนาไปใช้งานจริง

จากการนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานจริงในการเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน และในเบ้ารับน้ำเหล็กนั้น พบว่าผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมที่จะทำเป็นการพัฒนาในองค์กรกรณีศึกษาคือ ผลิตภัณฑ์ประเภท Magnesia hyanite และ Magnesia Carbon ตามลำดับ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักความสำคัญโดยรวมสูงสุด แต่ผลสรุปนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ หากนำไปพิจารณาเปรียบเทียบกังองค์กรอื่นในอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟเหมือนกัน เนื่องจากน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ อาจเปลี่ยนไปตามกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ดำเนินการประเมินหรือสถานการณ์ที่องค์กรกำลังประสบอยู่ ณ ขณะทำการตัดสินใจอาจไม่เหมือนกัน แต่สิ่งสำคัญคือ ระบบการตัดสินใจตามหลักการ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) เน้นสามารถกำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย การประมวลผลของน้ำหนักความสำคัญโดยรวมของทางเลือกที่เสนอพิจารณา รวมทั้งสารมารถชี้ให้เห็นโครงสร้างของปัญหาชัดเจน อยู่ในรูปแบบที่ไม่ซับซ้อน ประกอบกับสามารถดำเนินการได้โดยง่าย และให้ผลลัพธ์การตัดสินใจที่ดีวิธีหนึ่ง

9.2 ข้อเสนอแนะในระบบตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา

ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อหาปัจจัยที่สำคัญในการพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา รวมทั้งพัฒนาระบบตัดสินใจในเรื่องดังกล่าวนั้น หากต้องการนำไปประยุกต์ใช้ในการเลือกผลิตภัณฑ์อื่นสำหรับการพัฒนาอาจมีความจำเป็นต้องมีการกำหนดปัจจัยน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และระดับคะแนนมาตรฐานในการประเมินทางเลือกใหม่ เนื่องจากสิ่งแวดล้อมทางธุรกิจทั้งภายในและภายนอกอาจไม่เหมือนกัน

การหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเกิดจากการประเมินผลของคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษาจำนวน 7 ท่าน พบว่าบางปัจจัยมีน้ำหนักความสำคัญที่มีพิสัยค่อนข้างกว้าง แต่เนื่องจากในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตเป็นตัวแทน ซึ่งค่าน้ำหนักความสำคัญนี้อาจเหมาะสมเฉพาะกรณีศึกษานี้เท่านั้น

การกำหนดระดับคะนนมาตรฐานนั้น เมื่อสถานการณ์เปลี่ยนไป เช่น เทคโนโลยี สภาพการแข่งขันในตลาด อาจทำให้ระดับคะแนนมาตรฐานมีค่าเปลี่ยนไป ดังนั้นการใช้ระบบตัดสินใจนี้ต้องมีการติดตามสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเปลี่ยนไป เพื่อนำมาปรับปรุงระดับคะแนนมาตรฐานให้สอดคล้องและเหมาะสม

หากต้องการนำระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาไปประยุกต์ใช้ในองค์กรอื่นให้ได้ผลสมบูรณ์ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจสมควรได้รับการฝึกอบรมในเรื่องเกี่ยวกับเครื่องมือคุณภาพแบบใหม่ (New 7 QC Tools) โดยเฉพาะอย่างยิ่งแผนผังกลุ่มเชื่อมโยงและแผนผังแสดงความสัมพันธ์ต้องมีความรู้และเข้าใจในกระบวนตัดสินใจแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) เป็นอย่างดี รวมทั้งต้องมีโปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice ช่วยในการคำนวณ นอกจากนี้ยังมีสิ่งที่สำคัญอีกประการ คือ ความเชี่ยวชาญของบุคลากรที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ และการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในอนาคต ต้องมีความน่าเชื่อถือเพียงพอ มิฉะนั้นการแสวงหาทางเลือกและการประมวลผลทั้งหมดอาจให้ผลลัพธ์ไม่สมบูรณ์เต็มที่

9.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

สำหรับประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

9.3.1 มีเอกสารที่รวบรวมปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาจากบทความวิชาการด้านการบริหาร และแสดงถึงการประยุกต์เครื่องมือในการจัดหมวดหมู่ปัจจัยและแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย เพื่อให้เกิดความเหมาะสมสูงสุดกับสภาพธุรกิจ และวัฒนธรรมขององค์กร ตลอดจนถึงเสนอแนวทางในการหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆที่มีความสัมพันธ์กันอยู่ในรูปเครือข่ายโดยอาศัยเพียงหลักการ AHP และโปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice ช่วยในการคำนวณ

9.3.2 มีระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาที่สามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการตรวจประเมินผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดสำหรับองค์กรหรือ เพื่อวิเคราะห์ปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่ยังบกพร่อง ให้อยู่ในรูปแบบที่ชัดเจนและง่ายต่อการนำไปใช้

9.3.3 การคาดคะเนคุณสมบัติของวัสดุทนไฟที่น่าจะเหมาะสมกับเทคโนโลยีการผลิตทั้งในปัจจุบันและในอนาคตของหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนกับเบ้ารับน้ำเหล็ก ดังนั้นองค์กรจะได้ประโยชน์ในการกำหนดค่าเป้าหมายของคุณสมบัติต่าง ๆ เพื่อให้นักวิจัยพัฒนาดำเนินการวิจัยและพัฒนาให้ได้ค่าตามกำหนดต่อไป

9.3.4 ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบการตัดสินใจที่ได้พัฒนาขึ้นทำให้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์มีมุมมองที่กว้างขึ้น และหันมาสนใจกับสิ่งที่ไม่เคยให้ความสำคัญมาก่อน ทำให้สามารถนำมาช่วยในการกำหนดกลยุทธ์ขององค์กรได้ดีขึ้น เช่น หากผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดที่เสนอพิจาณาให้พัฒนายังมีคุณภาพไม่ทัดเทียมกับผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งในตลาด ทางผู้บริหารจะได้ปรับกลยุทธ์เพื่อให้เหมาะสมต่อไป โดยอาจเน้นไปในเรื่องต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุดทดแทน เป็นต้น

9.4 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการศึกษา

การกำหนดรายการตรวจสอบและระดับคะแนนมาตรฐานในเรื่อง คุณภาพที่พึงประสงค์ ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีน้ำหนักความสำคัญสูงสุดในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาโดยเฉพาะในเรื่องการคาดการณ์เทคโนโลยีในอนาคต เนื่องจากโดยปกติองค์กรกรณีศึกษามีกลยุทธ์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทลอกแบบจากผู้นำตลาด (Follow Up) ทำให้แหล่งข้อมูลในองค์

กรสำหรับประเด็นดังกล่าวมีจำนวนไม่มาก ทำให้การสรุปถึงความเหมาะสมกับเทคโนโลยีของลูกค้าในอนาคต และต้องใช้เวลาในการจัดทำสูง

9.5 ข้อแนะนำสำหรับอนาคต

สำหรับข้อแนะนำในอนาคตในการศึกษา หรือพัฒนาระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนามี 2 ประเด็นกล่าวคือ

9.5.1 การคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันเป็นโครง-ข่ายน่าที่จะใช้หลักการ การวิเคราะห์แบบโครงข่าย (Networking Analysis) ช่วยในการคำนวณแล้วนำผลที่ได้รับมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากวิทยานิพนธ์ว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่อย่างไรหรือหากต้องการใช้หลักการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์เหมือนเดิมสมควรจะมีการเปรียบเทียบปัจจัยทีละคู่แบบหมู่คณะโดยมีคอมพิวเตอร์กลางช่วยในการแสดงผลในขณะที่คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์แต่ละท่านทำการประเมินผลพร้อมกัน แต่เป็นการประเมินแบบลับ โดยคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์แต่ละท่านจะมีแป้นพิมพ์ในการให้คะแนนท่านละ 1 ชุด การกระทำดังกล่าวจะช่วยลดเวลาในการประมวลผลในการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และช่วยลดความเกรงกลัวในการประเมินที่ให้ผลไม่สอดคล้องกับคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ท่านอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

9.5.2 หากปัจจัยด้านคุณภาพที่พึงประสงค์ยังคงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด สมควรที่จะมีการวิจัยในเรื่องเทคโนโลยี หรือกระบวนการผลิตที่จะเป็นไปในอนาคตของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่าในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ โดยอาจประยุกต์ใช้เทคนิคการพยากรณ์แบบเดลไฟล์ (Delphi) ช่วยในการพยากรณ์ดังกล่าว

9.6 บทสรุป

จากการศึกษาวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ พบว่าการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาต้องกำหนดให้ได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการในอนาคตจะมีคุณสมบัติอย่างไร สำหรับระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนานั้น ต้องคำนึงถึงสิ่งที่สำคัญดังนี้ ประการแรกการกำหนดปัจจัยที่ต้องพิจารณานั้นต้องสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ ซึ่งต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ และการถ่ายทอดประสบการณ์ความรู้จากบุคคลต่าง ๆ ที่เป็นผู้ร่วมพิจารณา รวม

ทั้งต้องสามารถจัดอยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่ายและชัดเจน ประการที่สอง การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต้องตั้งอยู่ในความสมเหตุผลและถูกต้องตามตรรกศาสตร์ มิฉะนั้นอาจทำให้พิจารณาถึงความสำคัญของปัจจัยคลาดเคลื่อน ประการที่สาม การกำหนดระดับคะแนนมาตรฐานต้องกำหนดให้สามารถวัดค่าออกมาได้ในเชิงตัวเลขและเป็นรูปธรรม จึงจะทำให้ระบบการตัดสินใจที่พัฒนาขึ้นมามีความน่าเชื่อถือและให้ผลประโยชน์สูงสุดต่อองค์กรอย่างแท้จริง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คูเมะ,อิโตชิ. แมนเน็จเม็น บาย ควอลิตี้. แปลโดย ปรีชา ลีลานุกรม และกิติศักดิ์ พลอยพานิช เจริญ. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น) , 2540.

จันทนา จันทโร และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2540.

ชัชวาล ตันตระกูล. ระบบตัดสินใจเลือกผู้ป้อนชิ้นส่วนตัวถังรถยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2539.

ชูเวช ชาญสง่าเวช. การวิเคราะห์ผลกำไร. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2538.

นายาทานิ, โยชิโนบุ และคนอื่นๆ. 7 เครื่องมือสู่คุณภาพยุคใหม่. แปลโดย วิฑูรย์ สิมะโชคดี. กรุงเทพมหานคร : ทีพีเอ พับลิชชิ่ง, 2541.

เพอเรย์, เค ; และ วู๊ดแดล, เจ. หม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน. แปลโดย คณะวิศวกร บริษัทปูนซิเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน).(ม.ป.ป.).

รัซโซ ,เจ.เอ็ดเวิร์ด ; และ ชูเมกเกอร์,พอล.เจ.เอช. กลยุทธ์การตัดสินใจไม่ให้พลาด. แปลโดย พิทยา สิทธิอำนวย. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2535.

โรเบริต์, ไมเคิล. สุดยอดกลยุทธ์. แปลโดย อนุวัฒน์ ทรัพย์พืชผล. กรุงเทพมหานคร: แมคกรอฮิล อินเตอร์เนชั่นแนล เอ็นเตอร์ไพร์ส อิงค์, 2539.

วิฑูรย์ ตันศิริคงคล. เอเอชพี กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก. กรุงเทพมหานคร : กราฟฟิค แอนด์ ปริ้นติ้ง , 2542.

วีรวุธ มาฆะศิรานนท์. คู่มือวิธีจัดทำแผนธุรกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร : เอ็กซเปอร์เน็ท , 2542.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์ , สมชาย หิรัญกิตติ , กิ่งพร ทองใบ และ สุพาดา สิริกุตตา. นโยบายธุรกิจและการบริหารเชิงกลยุทธ์. กรุงเทพมหานคร : เอส.เอ็ม เซอร์กิต เพรส , 2538.

สุดาดวง เรืองรุจิระ. นโยบายผลิตภัณฑ์และราคา. กรุงเทพมหานคร : ประกายพรึก , 2538.

เอคคอฟฟ์,รัสเซลล์.แอล. ศิลปะการแก้ปัญหา. แปลโดย ก้องเกียรติ โอกาสวงการ. กรุงเทพมหานคร : ซิเอ็ดยูเคชั่น , 2536.

โอโนะ,เคโนะสุเคะ ; และ เนะโกะโระ, ทะทซึยูคิ. กลยุทธการบริหารธุรกิจการผลิตแบบญี่ปุ่น. แปลโดย สมชาย ไตรรัตนภิรมณ์. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย– ญี่ปุ่น), 2537.

ภาษาอังกฤษ

American Iron and Steel Institute. Steel technology roadmap. (www.steel.org). (n.p) : 1998.

American Productivity & Quality Center. The basics of new product development. (www.apqc.org) Texas: APQC, 1999.

Benbow, J. Cement kiln refractories down to basics.Industrial Minerals (January 1990): 37 – 45.

Biglin, J. Refractory maintenance and repair. The American Ceramic Society Bulletin 25 (May 1996): 66 – 68.

Blocher, E., Chen, K., and Lin, T. Cost management: A strategic emphasis. New York: McGraw – Hill, 1999.

Bralla, James. G. Design for excellence. New York: McGraw – Hill, 1996.

Carson, J., and Rickards, T. Industrial new product development. Westmend: Gower press, 1979.

Dyer, Robert. F., and Forman, Ernest. H. An analytic approach to marketing decision. New Jersy: Prentice – Hall, 1991.

Expert Choice Inc. Testimonials.(www.expertchoice.com). (n.p) : 2000.

Felge, F. The Cement industry of today and tomorrow reflections on the future of cement and its production. Veitsh – Radex Rundschu 2 (1998): 46 – 58.

Gerirtz, C. Developing new products with TQM. New York: McGraw – Hill, 1999.

Golub, A. Decision analysis an integrated approach. New York: John Wiley & Sons, 1997.

Goodwin, P., and Wright, G. Decision analysis for management judgment. New York: John Wiley & sons, 1991.

Griffin, A. Modeling and measuring product development cycle time across industries. Journal of Engineering and Technology Management (1997) : 1 – 24.

Hans, Jurgen. K. Variation of physical and chemical parameters as a tool for the development of basic refractory bricks. Proceedings 6th Biennial Worldwide Congress in Conjunction with the 42nd International Colloquium on Refractories (September 1999): 204 – 207.

Juran, J.M. and Gryna, Frank. M. Juran's quality control handbook. 4th ed. Vol. 2. New York: McGraw – Hill, 1988.

Kano, N. Overview of Quality assurance. Bangkok, 1997 (Unpublished Manuscript).

Kelly, R. Outlook for the refractory industry. Ceramic Industry (February 1999): 29 – 37.

Kotler, P. Marketing management: analysis planning implementation and control. 9th ed. New York: Prentice – Hall, 1997.

Meredith, J.R. The management of operations: A conceptual emphasis. 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 1992.

Meyer, W., Franch, A., Buchebner, G., and Willingshofer, M. The use of dolomite carbon lined ladles for production of superclean steels. Veitsch – Radex Rundschau 2 (1998): 32 – 44.

Mosser, J. Refractories at the turn of the millennium. Proceedings 6th Biennial Worldwide Congress in Conjunction with the 42 nd International Colloquium on Refractories (September 1999) : 1 – 5.

Murthy, P. Special lectures in advanced manufacturing workshop. Queensland: University of Queensland, 1999.(Unpublished Manuscript)

Nakajima, E., Tsuchiya, Y., Tolunaga, K., Ohta, S.; Honda, T., and Kozuka, H. Relationship between the ovality of cement kiln and the wear rate of refractories. Taikabutsu Overseas 16: 39 – 44.

Porter,Michael.E. Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. New York: The free press, 1985.

Rigaud, M., Guo, Z., He, H., and Kovac, V. Coatability adherence and refractories evaluation CARE. Proceedings 6 th Biennial Worldwide Congress in Conjunction with the 42 nd International Colloquium on Refractories (September 1999): 216 – 218.

Rudolf, K. Modern solution of refractory problems with unshaped refractories. Proceedings 6 th Biennial Worldwide Congress in Conjunction with the 42 nd International Colloquium on Refractories (September 1999) : 1 – 5.

Sato, M., and Sugiyama, H. Refractory for cement rotary kiln. Shinagawa Technical Report 39 (1996): 35 – 44.

Schulle, W., and Burkhardt, K. Evaluation of the modulus of elasticity of refractories. Proceeding 6 th Biennial Worldwide Congress in Conjunction with the 42 nd International Colloquium on Refractories (September 1999) : 410 – 412.

Shikano, H., and others. Refractories handbook. Tokyo: The technical association of refractonies, 1998.

Taylor, H.F.W. Cement chemistry. London: Academic press, 1990.

Torigoe, A., Tada, H., Nomura, O., and Ichikawa, K. Fumeless mgo – c – bricks for steel ladles. Veitsh – Radex Rundschau 2 (1998): 23 - 31.

Tsuji, Y., Ohtsubo, Y., Masanori, S., Yukihiro, K., Kawasaki, K., and Tahika, I. Wet sprayed monolithic refractory lining for steel ladles. Proceeding 6 th Biennial Worldwide Congress in Conjunction with the 42 nd International Colloquium on Refractories (September 1999): 288 – 291.

Veitscher Magnesitwerke A.G. Ankral in the cement industry. 4 th ed. Germany: 1991

Wagner, R. Bringing new technology to market. American Ceramic Society Bulletin 74 (May 1995) : 49 – 52.

Xeller, H. Development of burning Technology in cement industry and demand on the refractory lining. Interceram 33 (1984) : 7 – 10.

Yap, C., and Souder, Wm. Factors Influencing new product success and failure in small entrepreneurial high – technology electronic firms. Alabama, 1994 (Unpublished Manuscript).

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

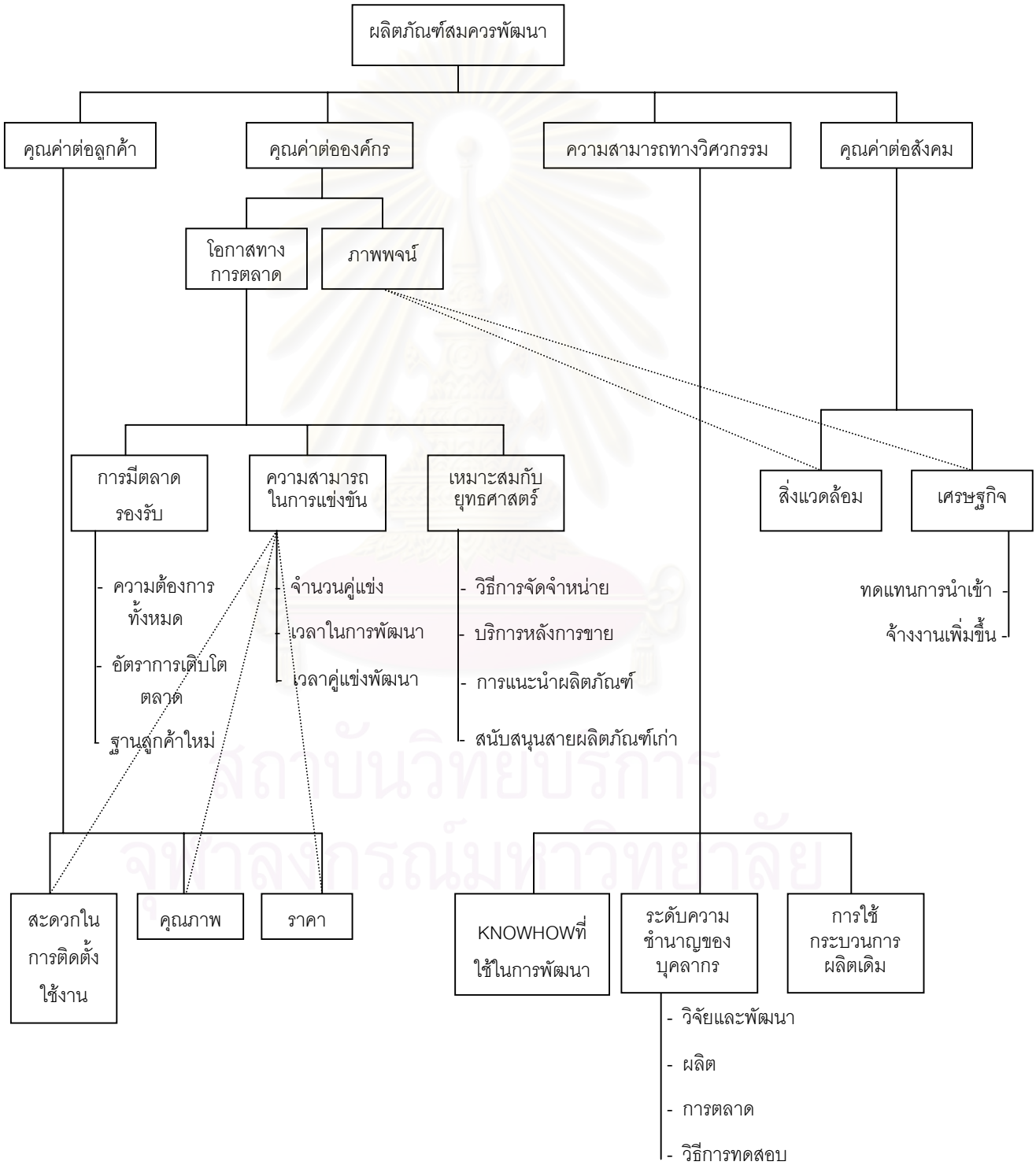
แบบสอบถามสำหรับโครงการวิทยานิพนธ์
เรื่อง ปัจจัยในการเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนา
กรณีศึกษา โรงงานอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบประเมินหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

<u>คำอธิบาย</u> ในการใช้แบบประเมิน

1. แบบประเมินฉบับนี้ใช้สำหรับหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาหาผลิตภัณฑ์ตามโครงสร้างลำดับชั้นดังนี้



2. การประเมินในการใช้เทคนิค วิชาการ เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยทีละคู่โดยการให้คะแนนระดับความสำคัญดังนี้

ค่าความสำคัญ	ค่านิยาม	คำอธิบาย
1	มีความสำคัญเท่ากัน	ปัจจัยทั้งสองที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบมีความสำคัญเท่าเทียมกัน
3	มีความสำคัญมากกว่าพอประมาณ	ปัจจัยที่กำลังพิจาราณาเปรียบเทียบมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยอีกตัวหนึ่งพอประมาณ
5	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัด	ปัจจัยที่กำลังพิจาราณาเปรียบเทียบมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยอีกตัวหนึ่งอย่างเด่นชัด
7	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัดกว่า	ปัจจัยที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยหนึ่งอย่างเด่นชัดมาก
9	มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง	ค่าความสำคัญสูงสุดทั้งเป็นไปได้ในการพิจาราณาเปรียบเทียบปัจจัยทั้งสอง
2,4,6,8	เป็นค่าความสำคัญระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น	ค่าความสำคัญในการเปรียบเทียบปัจจัยที่ถูกพิจาราณาว่าควรเป็นค่าระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น

3. โปรดให้ระดับความสำคัญ ของปัจจัยที่เปรียบเทียบกัน ตามที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมที่สุด

<u>ส่วนที่ 1</u> เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยหลัก

โปรดทำเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบตัวเลขที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

คุณค่าต่อลูกค้า 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 คุณค่าต่อองค์กร

คุณค่าต่อลูกค้า 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ความสามารถทางวิศวกรรม

คุณค่าต่อลูกค้า 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 คุณค่าต่อสังคม

คุณค่าต่อองค์กร 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ความสามารถทางวิศวกรรม

คุณค่าต่อองค์กร 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 คุณค่าต่อสังคม

ความสามารถ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 คุณค่าต่อสังคม

ทางวิศวกรรม

<u>ส่วนที่ 2</u> เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยคุณค่าต่อลูกค้า

โปรดทำเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบตัวเลขที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

คุณภาพ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ราคาต่อต้นทุนผันแปร

คุณภาพ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ความสะดวกในการติดตั้ง

ราคาต่อต้นทุนผันแปร 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ความสะดวกในการติดตั้ง

<u>ส่วนที่ 3</u> เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยหลักคุณค่าต่อองค์กร

โปรดทำเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบตัวเลขที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

โอกาสทางการตลาด 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ภาพลักษณ์ขององค์กร

<u>ส่วนที่ 4</u> เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยย่อยภายใต้ปัจจัยรองโอกาสทางการตลาด

โปรดทำเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบตัวเลขที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ปริมาณความต้องการของตลาด 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ความสามารถในการแข่งขันของผลิตภัณฑ์

ปริมาณความต้องการของตลาด 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ความเหมาะสมกับยุทธศาสตร์

ความสามารถในการแข่งขันของผลิตภัณฑ์ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ความเหมาะสมกับยุทธศาสตร์เดิมขององค์กร

<u>ส่วนที่ 5</u> เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยลำดับที่ 4 ภายใต้ปัจจัย ปริมาณความต้องการของตลาด

โปรดทำเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบตัวเลขที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ยอดขายที่คิดว่าจะขายได้ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 อัตราการเติบโตของตลาด

ยอดขายที่คิดว่าจะขายได้ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 โอกาสในการขยายสู่กลุ่มลูกค้าใหม่

อัตราการเติบโตของตลาดเดิม 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 โอกาสในการขยายสู่กลุ่มลูกค้าใหม่

<u>ส่วนที่ 6</u> เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยลำดับที่ 4 ภายใต้ปัจจัย ความสามารถในการแข็งขันโปรดทำเครื่องหมาย◯ ล้อมรอบตัวเลขที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ราคา

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ความสะดวกในการซื้อและติดตั้ง

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 จำนวนคู่แข่งขันที่มีในตลาด

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 เวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 เวลาที่คาดว่าคู่แข่งใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์นี้

ราคาต่อต้นทุนผันแปร 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ความสะดวกในการซื้อและติดตั้ง

ราคาต่อต้นทุนผันแปร 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 จำนวนคู่แข่งขันที่มีในตลาด

ราคาต่อต้นทุนผันแปร 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 เวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ราคาต่อต้นทุนผันแปร 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 เวลาที่คาดว่าคู่แข่งใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์

ความสะดวกในการติดตั้ง 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 จำนวนคู่แข่งขันที่มีในตลาด

ความสะดวกในการติดตั้ง 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 เวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ความสะดวกในการติดตั้ง 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 เวลาที่คาดว่าคู่แข่งใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์

จำนวนคู่แข่งขันที่มีในตลาด 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 เวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

จำนวนคู่แข่งขันที่มีในตลาด 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 เวลาที่คาดว่าคู่แข่งใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์

เวลาที่ใช้ในการพัฒนา 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 เวลาที่คาดว่าคู่แข่งใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์

<u>ส่วนที่ 7</u> เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยลำดับที่ 4 ภายใต้ปัจจัย ความเหมาะสมกับยุทธศาสตร์เดิมขององค์กร

โปรดทำเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบตัวเลขที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ความเหมาะสมกับวิธีการขายเดิม 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ความเหมาะสมกับวิธีการบริการหลังการขายเดิม

ความเหมาะสมกับวิธีการขายเดิม 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ความเหมาะสมกับวิธีการแนะนำผลิตภัณฑ์แบบเดิม

ความเหมาะสมกับวิธีการขายเดิม 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 สนับสนุนสายผลิตภัณฑ์เดิม

ความเหมาะสมกับวิธีการบริการหลังการขายเดิม 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ความเหมาะสมกับวิธีการแนะนำผลิตภัณฑ์แบบเดิม

ความเหมาะสมกับวิธีการบริการหลังการขายเดิม 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 สนับสนุนสายผลิตภัณฑ์เดิม

ความเหมาะสมกับวิธีการแนะนำผลิตภัณฑ์แบบเดิม 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 สนับสนุนสายผลิตภัณฑ์เดิม

<u>ส่วนที่ 8</u> เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยย่อย ภายใต้ปัจจัยภาพพจน์ขององค์กร

โปรดทำเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบตัวเลขที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 การช่วยเหลือด้านเศรษฐกิจ

<u>ส่วนที่ 9</u> เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยลำดับที่ 4 ภายใต้ปัจจัย การช่วยเหลือด้านเศรษฐกิจ

โปรดทำเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบตัวเลขที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 เพิ่มการจ้างงานในชุมชน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ส่วนที่ 10</u> เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยรอง ภายใต้ปัจจัย ความสามารถทางวิศวกรรม
โปรดทำเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบตัวเลขที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

Know How ที่ใช้ใน 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ความชำนาญของ
การผลิต บุคลากรในองค์กร

Know How ที่ใช้ใน 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ความสามารถในการใช้
การผลิต กระบวนการผลิตเดิม

ความชำนาญของ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ความสามารถในการใช้
บุคลากรในองค์กร กระบวนการผลิตเดิม

<u>ส่วนที่ 12</u> เปรียบเทียบปัจจัยย่อย ภายใต้ปัจจัย ความชำนาญของบุคลากรในองค์กร
โปรดทำเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบตัวเลขที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ระดับความชำนาญของ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ระดับความชำนาญของ
บุคลากรในด้าน R&D บุคลากรในด้านการผลิต

ระดับความชำนาญของ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ระดับความชำนาญของ
บุคลากรในด้าน R&D บุคลากรในด้านการทดสอบ

ระดับความชำนาญของ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ระดับความชำนาญของ
บุคลากรในด้าน R&D บุคลากรในด้านการตลาด

ระดับความชำนาญของ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ระดับความชำนาญของ
บุคลากรในด้านการผลิต บุคลากรในด้านการทดสอบ

ระดับความชำนาญของ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ระดับความชำนาญของ
บุคลากรในด้านการผลิต บุคลากรในด้านการตลาด

ระดับความชำนาญของ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ระดับความชำนาญของ
บุคลากรในด้านการทดสอบ บุคลากรในด้านการตลาด

<u>ส่วนที่ 13</u> เปรียบเทียบปัจจัยรอง ภายใต้ปัจจัย คุณค่าต่อสังคม
โปรดทำเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบตัวเลขที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 การช่วยเหลือด้าน
เศรษฐกิจ

<u>ส่วนที่ 14</u> เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยย่อย ภายใต้ปัจจัย การช่วยเหลือด้านเศรษฐกิจ โปรดทำเครื่องหมาย ◯ ล้อมรอบตัวเลขที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

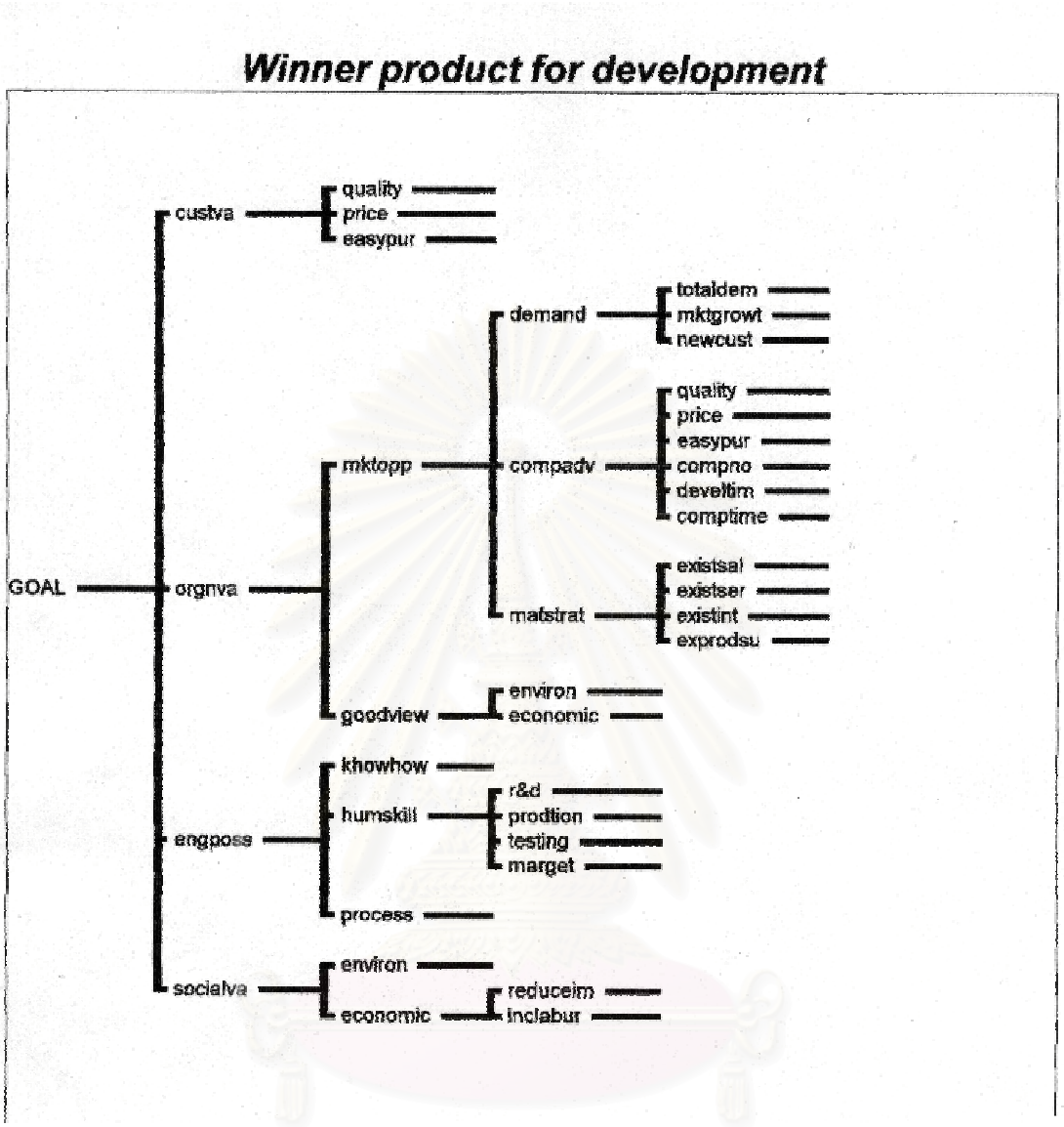
ลดการนำเข้าจาก ต่างประเทศ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เพิ่มการจ้างงานในชุมชน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

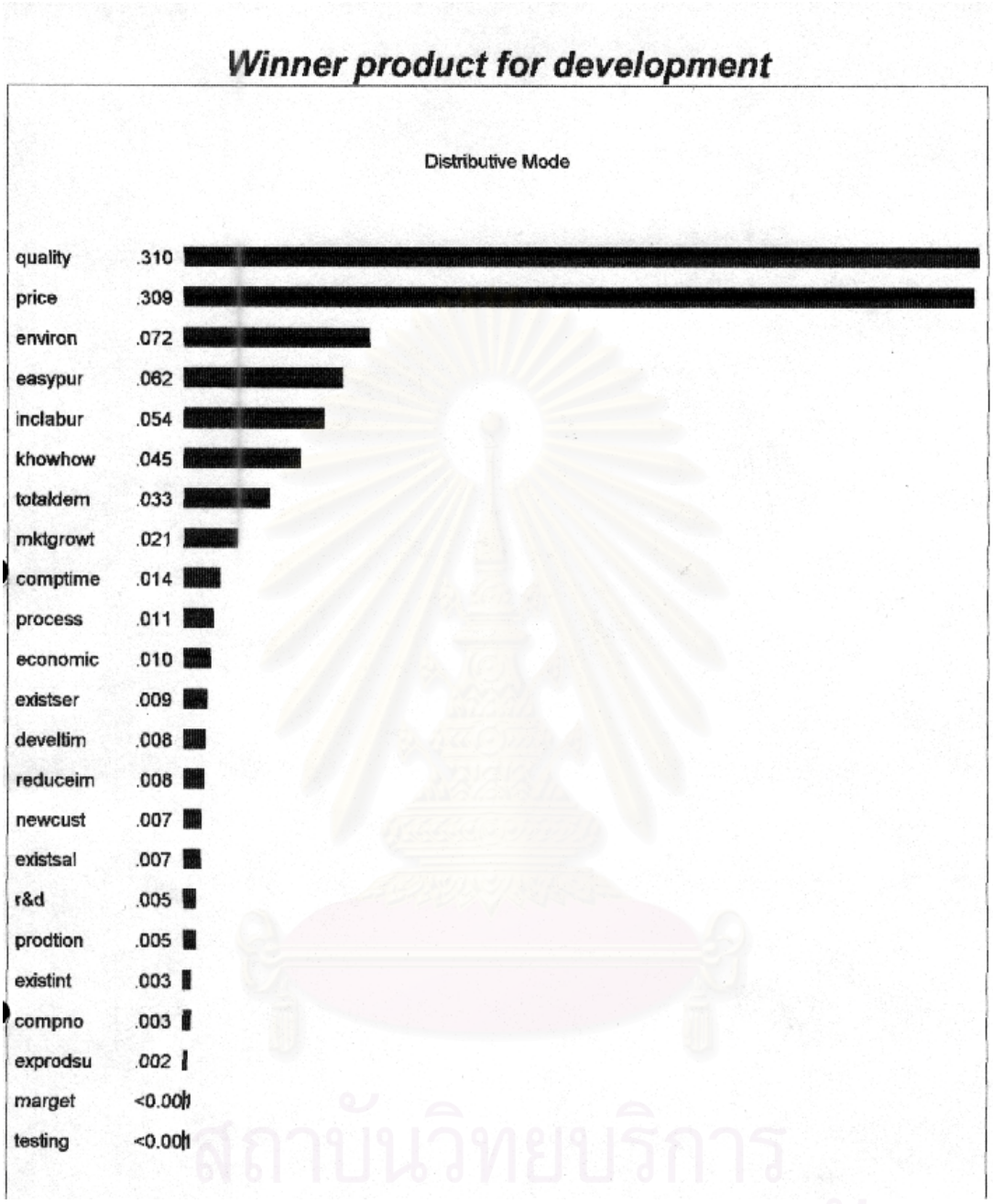
การคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

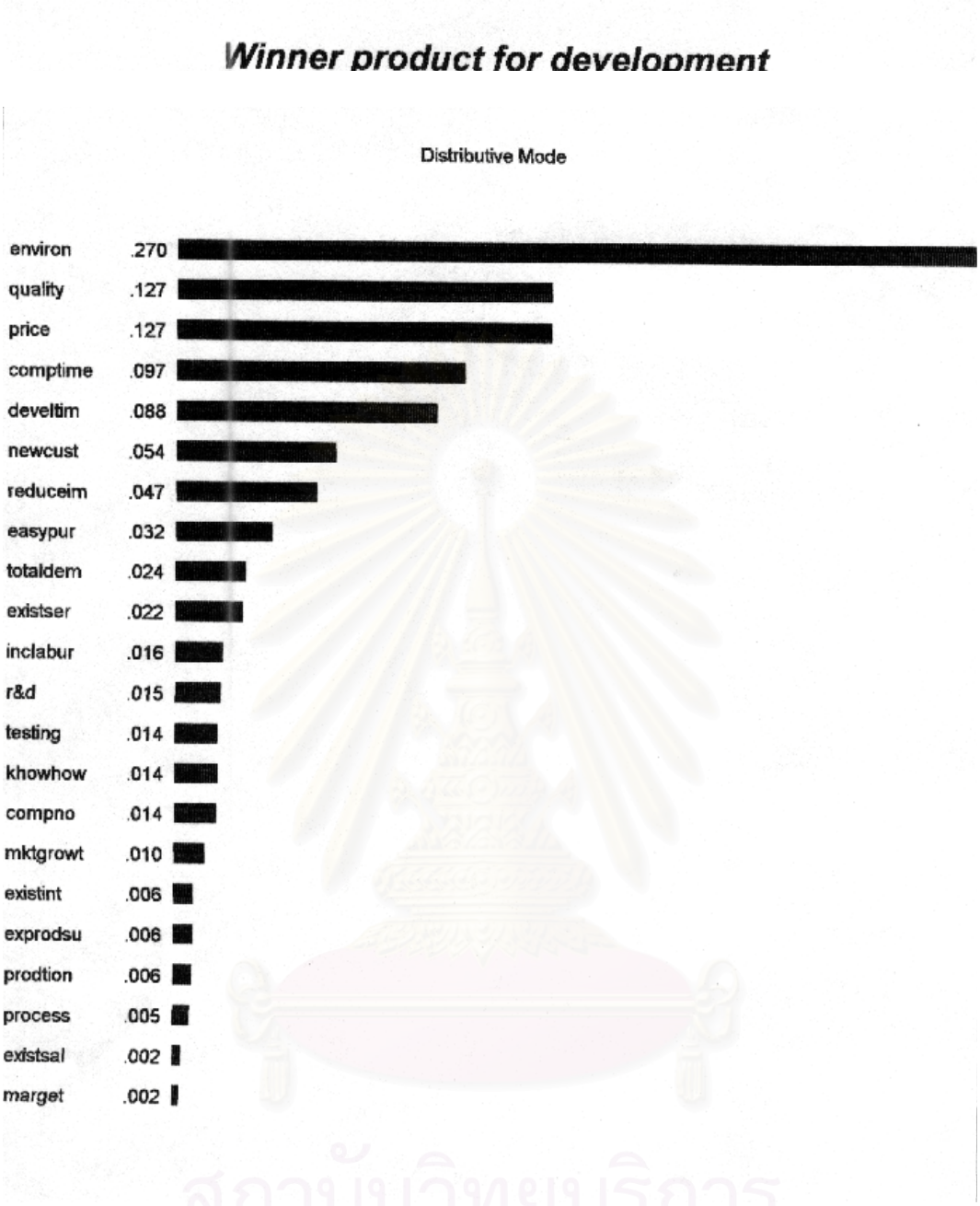


รูปที่ ข.1 โครงสร้างปัญหาระบบลำดับขั้นในการหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

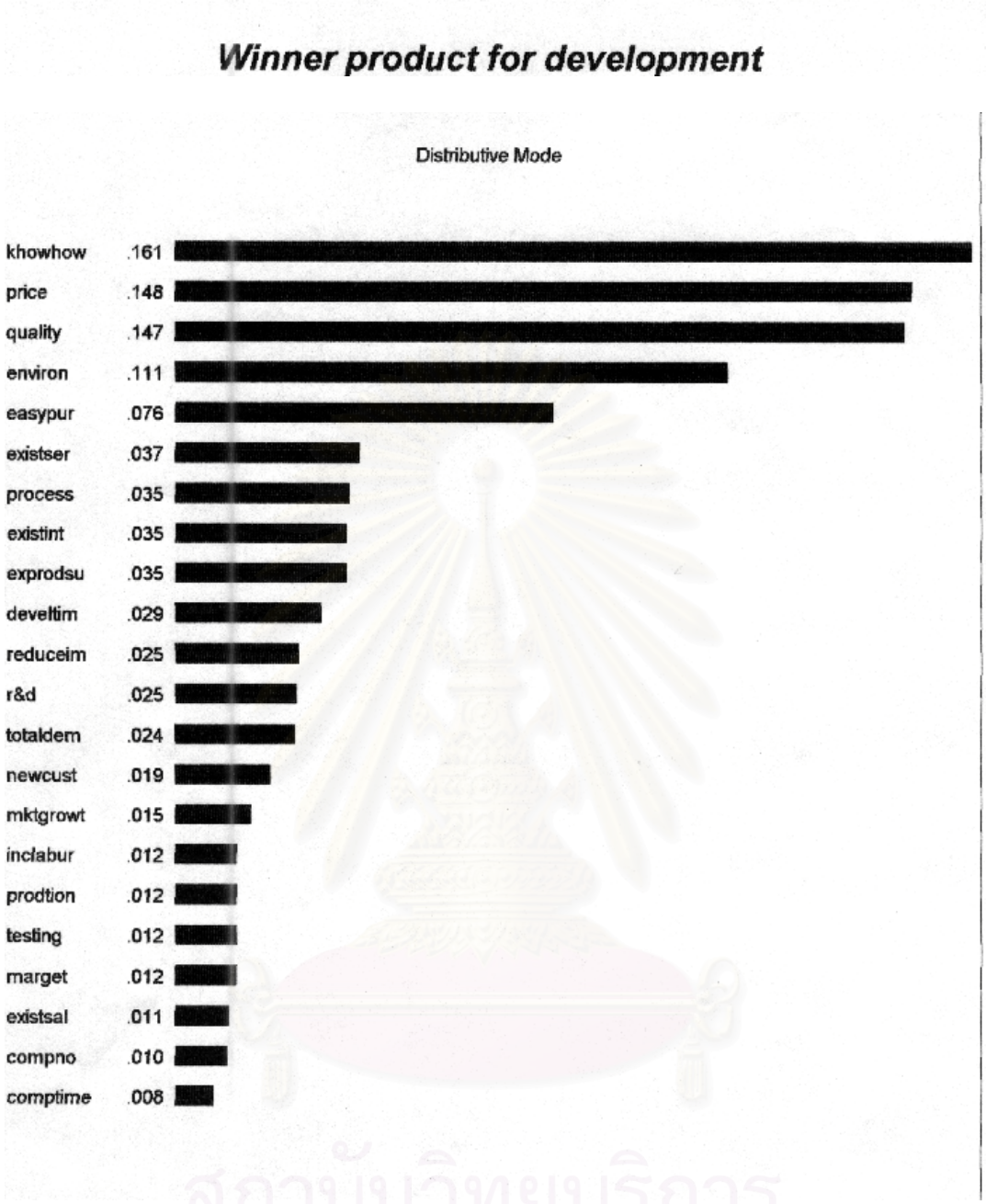


รูปที่ ข.2 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจาก คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์คนที่ 1



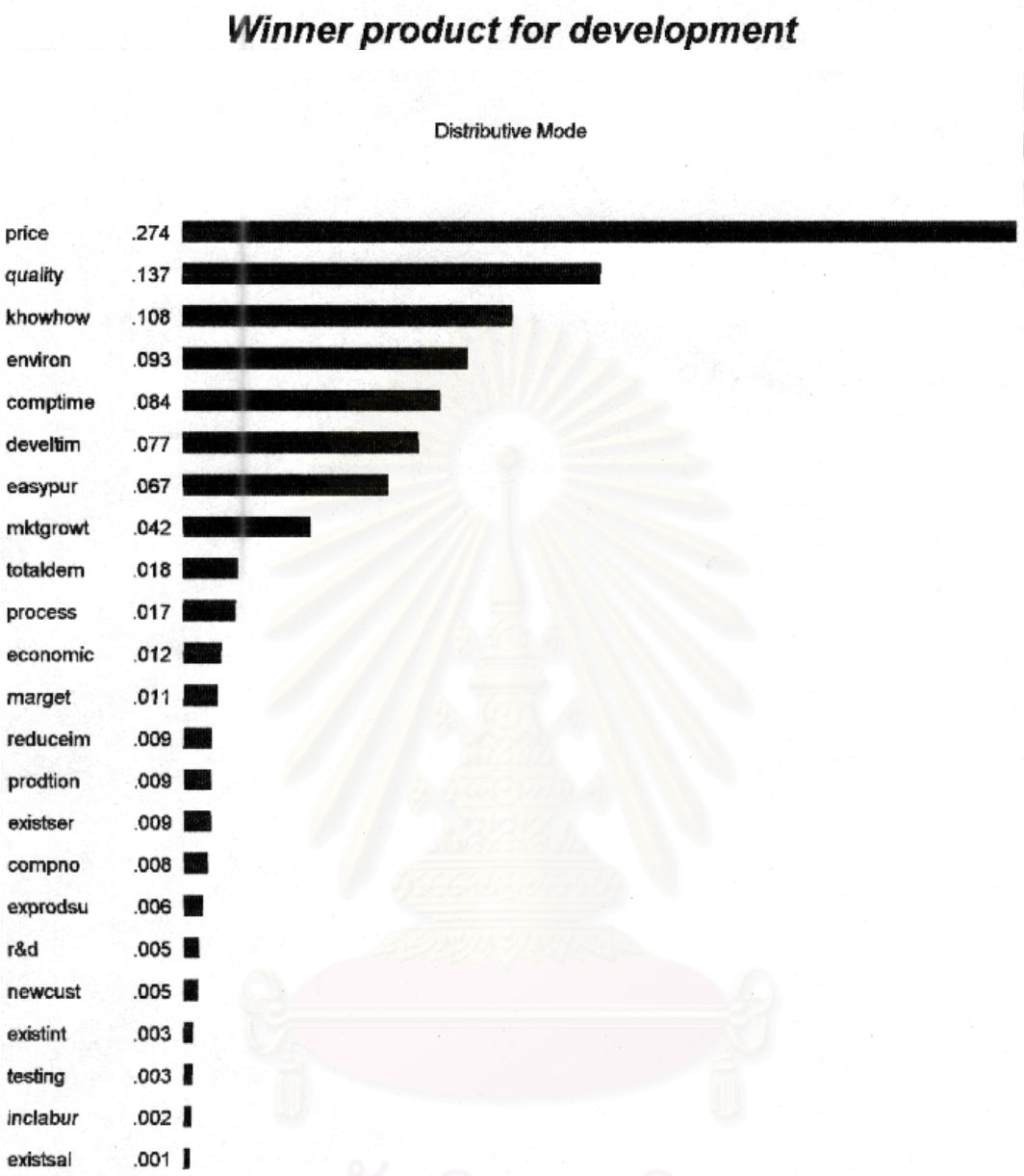
รูปที่ ข.3 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจาก คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์คนที่ 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



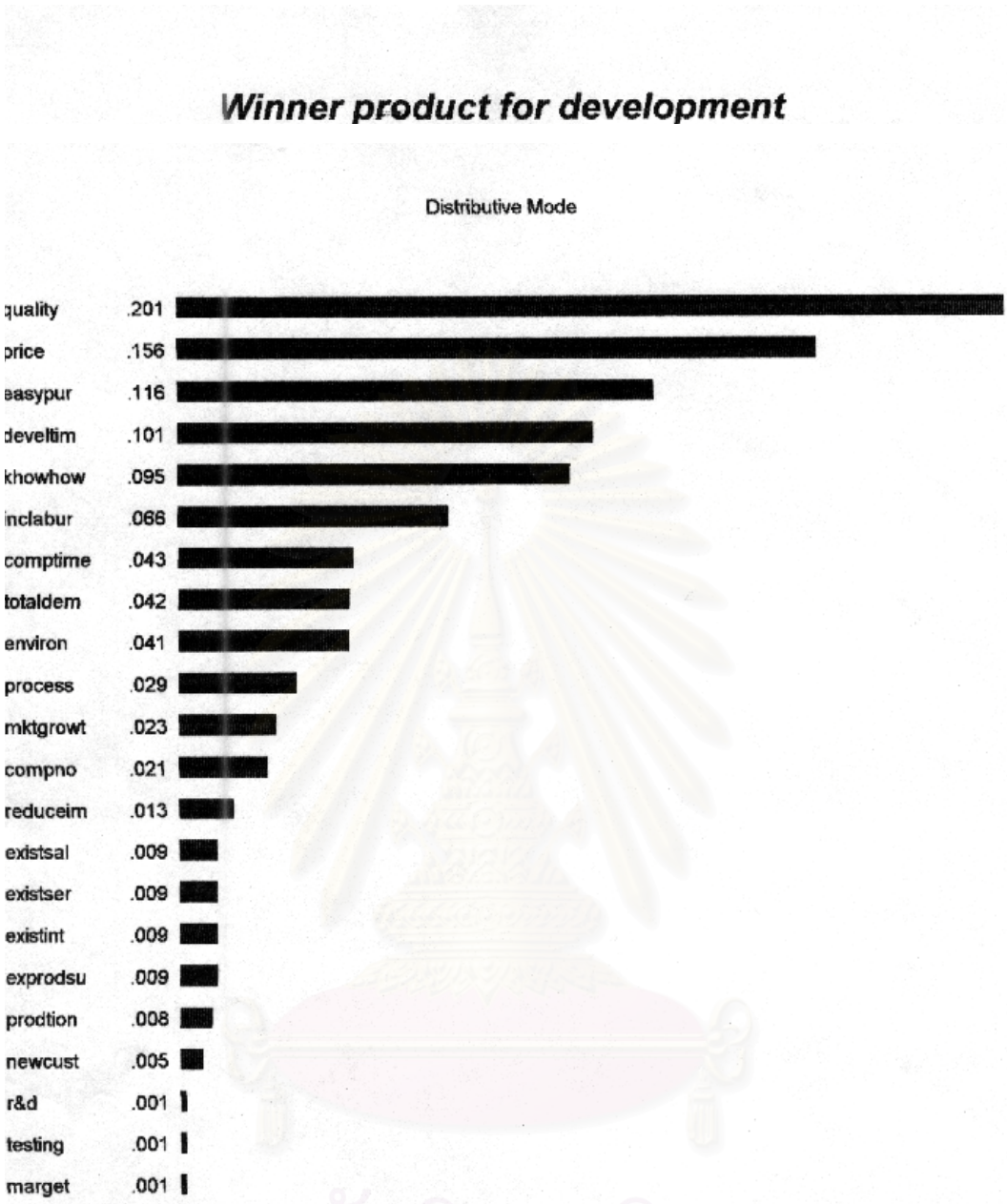
รูปที่ ข.4 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจาก คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์คนที่ 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



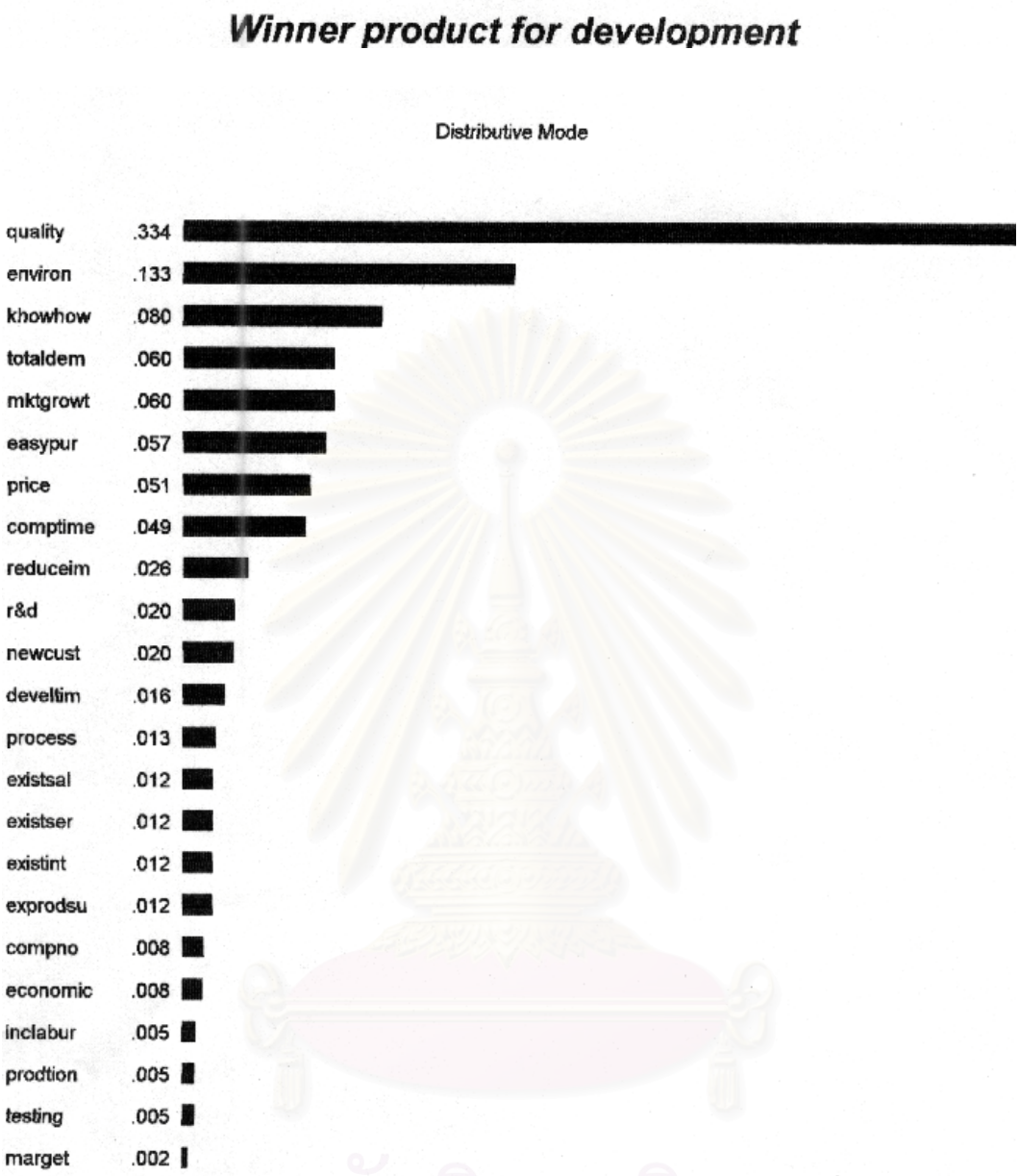
รูปที่ ข.5 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจาก คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์คนที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



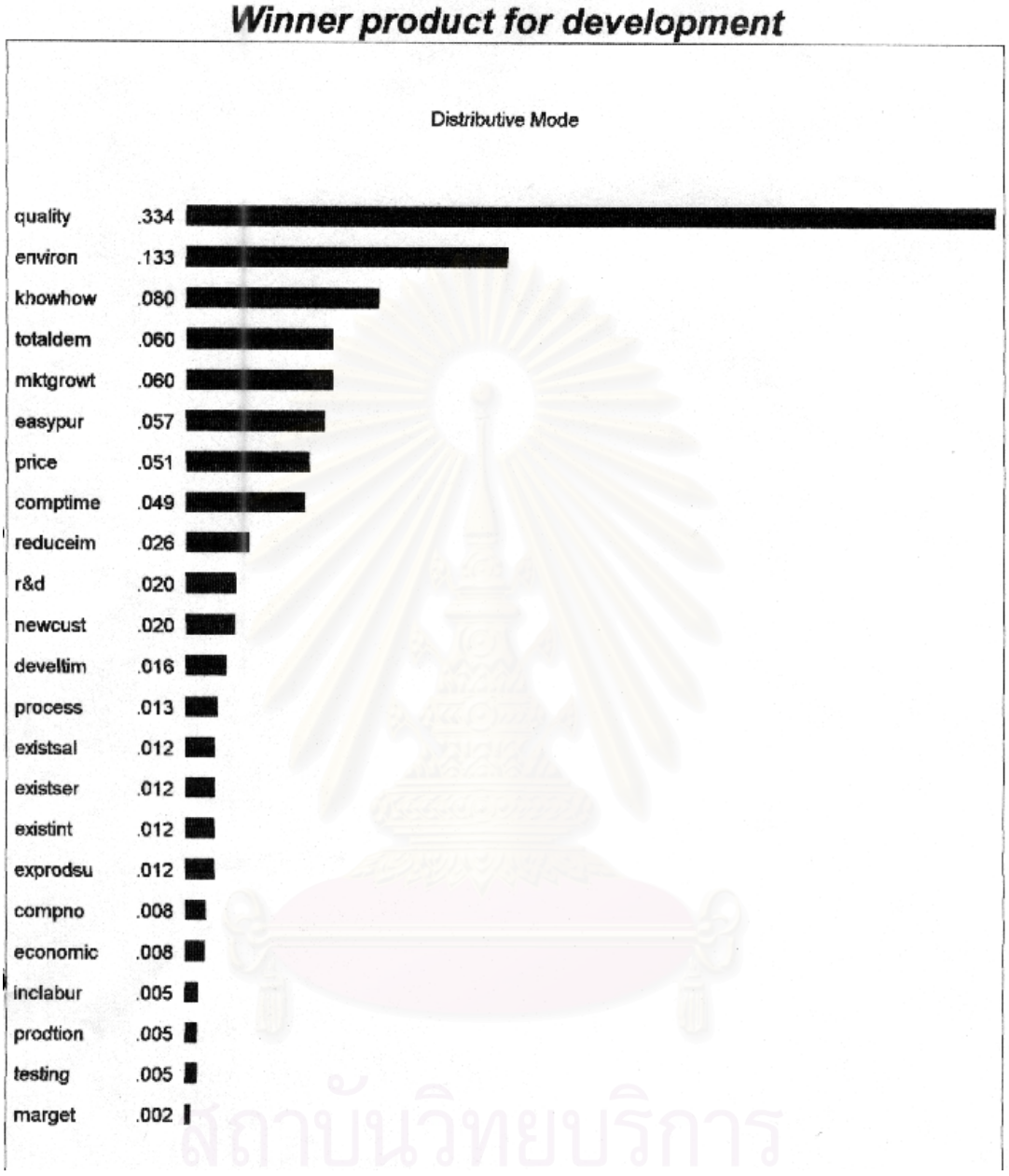
รูปที่ ข.6 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจาก คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์คนที่ 5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข.7 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจาก คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์คนที่ 6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข.8 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจาก คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์คนที่ 7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

รายการตรวจสอบและระดับคะแนนมาตรฐาน เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา ในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนและเบ้ารับน้ำเหล็ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.1 รายการตรวจสอบ

ก.หมวดคุณค่าต่อลูกค้า

ก.1 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ สำหรับคุณภาพผลิตภัณฑ์นั้นผู้วิจัยได้แนะนำให้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์มุ่งเน้นไปที่ความเหมาะสมกับเทคโนโลยีการผลิตของลูกค้าในปัจจุบันและอนาคตของตัวผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้พิจารณา โดยการแปลงรายการความต้องการที่คาดว่าลูกค้าต้องการมาเป็นลักษณะสมบัติของวัสดุทนไฟ ดังแสดงในภาคผนวก ง สำหรับอุตสาหกรรมซิเมนต์ และภาคผนวก จ สำหรับอุตสาหกรรมเหล็ก โดยได้รายการตรวจสอบด้านคุณภาพ ดังนี้

ก.1.1 อุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ (เฉพาะในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน)

1. ค่าความยืดหยุ่นตัว
2. ค่าความแข็งแรงที่อุณหภูมิห้อง
3. ค่าความต้องการต่อแรงกดที่อุณหภูมิสูง
4. ค่าความพรุนตัวปรากฏ
5. ค่าการนำความร้อน
6. ค่าการทนความร้อนสูงสุด

ก.1.2 อุตสาหกรรมเหล็ก (เฉพาะในเบ้ารองรับน้ำเหล็ก)

1. ค่าความพรุนตัวปรากฏ
2. การทนต่อการกัดกร่อนของ Slag
3. การทนต่อปฏิกิริยา Oxidation
4. การทนต่อปฏิกิริยา Hydration
5. ค่าการนำความร้อน
6. ค่าการทนต่อความร้อนสูงสุด

ก.2 ราคาของผลิตภัณฑ์ เป็นการพิจารณาในเรื่องราคาขายของผลิตภัณฑ์ต้องสามารถแข่งขันได้ในตลาด และเป็นราคาที่ลูกค้ายอมรับ ดังนั้นการพิจารณาในประเด็นนี้ จึงทำการพิจารณาถึงราคาของผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับต้นทุนผันแปรของผลิตภัณฑ์

ก.3 ความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน มีรายการตรวจสอบ ดังนี้

1. ระยะเวลาที่ใช้ในการติดตั้งใช้งาน
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบการติดตั้ง
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการรื้อทำลายเมื่อผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งใช้งาน

ข. หมวดคุณค่าต่อองค์กร (เฉพาะโอกาสทางการตลาด)

ข.1 การมีตลาดรองรับผลิตภัณฑ์ มีรายการตรวจสอบ ดังนี้

1. ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น
2. อัตราการเติบโตของตลาดที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในช่วง 5 ปี
3. โอกาสในการขยายผลิตภัณฑ์สู่กลุ่มลูกค้าใหม่

ข.2 ความสามารถในการแข่งขัน มีรายการตรวจสอบ ดังนี้

1. จำนวนคู่แข่งขันที่มีในตลาด
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์
3. ระยะเวลาที่คาดว่าคู่แข่งขันจะพัฒนาสินค้าที่มีคุณภาพเหนือกว่าหรือเทียบเท่า

ข.3 ความเหมาะสมกับยุทธศาสตร์เดิมขององค์กร มีรายการตรวจสอบ ดังนี้

1. ความสามารถในการใช้วิธีการจัดจำหน่ายแบบเดิมขององค์กร
2. ความสามารถในการแนะนำสินค้าเข้าตลาดแบบเดิม
3. ความสามารถในการใช้การบริการหลังการขายแบบเดิม
4. ความสามารถในการสนับสนุนสายผลิตภัณฑ์เก่าขององค์กร

ค.หมวดความสามารถทางวิศวกรรม

ค.1 Know-how ที่ใช้ในการพัฒนานั้น ไม่มีรายการตรวจสอบเพิ่มเติม

ค.2 ระดับความชำนาญของบุคลากรต่างๆ ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ มีรายการตรวจสอบ ดังนี้

1. ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการวิจัย
2. ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการผลิต
3. ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการทดสอบ

4. ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการตลาด

ค.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการผลิตแบบเดิม มีรายการตรวจสอบ ดังนี้

1. ความสามารถในการใช้วัตถุดิบหลักขององค์กร
2. ความสามารถในการใช้กระบวนการบดย่อย
3. ความสามารถในการใช้กระบวนการผสม
4. ความสามารถในการใช้กระบวนการอัดขึ้นรูป
5. ความสามารถในการใช้กระบวนการอบ
6. ความสามารถในการใช้กระบวนการเผา
7. ความสามารถในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์และทดสอบ

ง.หมวดคุณค่าต่อสังคมและภาพพจน์องค์กร

ง.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีรายการตรวจสอบ ดังนี้

1. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในขณะดำเนินการผลิต
2. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในขณะใช้งานผลิตภัณฑ์
3. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในหลังการใช้งานผลิตภัณฑ์

ง.2 เศรษฐกิจ มีรายการตรวจสอบ ดังนี้

1. จำนวนเงินที่คาดว่าจะสามารถทนแทนการนำเข้า
2. จำนวนเงินที่คาดว่าจะมีการจ้างแรงงานท้องถิ่นเพิ่มขึ้น

ค.2 ระดับคะแนนมาตรฐาน

เกณฑ์การให้คะแนนนั้นทางผู้วิจัยได้แนะนำถึงการให้คะแนนในรายการย่อยจะไม่มีการถ่วงน้ำหนักโดยกำหนดให้ทุกปัจจัยย่อยมีความสำคัญเท่ากัน เพื่อสะดวกในการพิจารณาและไม่สูญเสียเวลาในการประเมินมากเกินไป สำหรับปัจจัยย่อยในเรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน ความสามารถในการใช้กระบวนการผลิตเดิม และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งการกำหนดระดับคะแนนอาศัยหลักการฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (Rating Utility) โดยให้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประชุมร่วมกันในการกำหนดระดับคะแนน ซึ่งในคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยผู้บริหารจากหลายหน่วยงานในองค์กร จึงทำให้การกำหนดระดับคะแนนสะท้อนความ

จริงที่มองจากทุกมุมมองทั้งในด้านตลาด การผลิต การเงิน หรือด้านอื่น ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อความสำเร็จของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยการแบ่งระดับคะแนนให้เป็น 5 ระดับในแต่ละปัจจัยย่อย โดยกำหนดเป็นคะแนนมาตรฐานในแต่ละปัจจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

ก. หมวดคุณค่าต่อลูกค้า

ก.1 คุณภาพของผลิตภัณฑ์

ก.2 ราคาของผลิตภัณฑ์

ก.3 ความสะดวกในการติดตั้งใช้งานผลิตภัณฑ์

ก.1 คุณภาพของผลิตภัณฑ์

สำหรับการตรวจสอบด้านคุณภาพของตัวผลิตภัณฑ์นั้น ทางองค์กรศึกษาได้ทำการวิเคราะห์หาคุณสมบัติของวัสดุทนไฟที่น่าจะมีความเหมาะสมกับการใช้งานในอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ (ในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน) และสำหรับอุตสาหกรรมเหล็ก (เฉพาะในส่วนของเบ้ารองน้ำเหล็ก Ladle) โดยการพิจารณาถือความเหมาะสมทางด้านเทคโนโลยีการผลิตปูนซิเมนต์และเหล็กที่มีอยู่ในปัจจุบันและคาดว่าที่จะเกิดในอนาคต สามารถสรุปรายการตรวจสอบและเกณฑ์ให้คะแนนโดยการใช้หลักฟังก์ชันอรรถประโยชน์ที่เป็นการสรุปผลจากคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษาแสดงในตารางที่ ค.1 แล ค.2

ตารางที่ ค.1 คุณภาพของวัสดุทนไฟสำหรับอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ (ในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน)

รายการตรวจสอบคุณสมบัติ	ระดับคะแนน				
	1	2	3	4	5
1. ค่าความยืดหยุ่นตัว	≤0.8	0.9-1.0	1.1-1.4	1.5-1.9	≥2.0
2. ค่าความแข็งแรงที่อุณหภูมิห้อง (Mpa)	≤45	46-50	51-60	61-79	≥80
3. ค่าความต้านทานต่อแรงกดที่อุณหภูมิสูง (องศา C)	-	-	1600	1650	≥1700
4. ค่าความพรุนตัวปรากฏ (%)	≥20	18-19	16-17	15-16	≤14
5. ค่าการนำความร้อน (W/m k)	-	-	≥3.0	2.7-2.9	≤2.6
6. ค่าการทนความร้อนสูงสุด (องศา C)	-	-	≥1600	≥1700	≥1800

ตารางที่ ค.2 คุณภาพของวัสดุทนไฟสำหรับอุตสาหกรรมเหล็ก (เฉพาะในเบ้ารับน้ำเหล็ก)

รายการตรวจสอบคุณสมบัติ	ระดับคะแนน				
	1	2	3	4	5
1. ค่าความพรุนตัวปรากฏ (%)	≥15.0	10.0-15.0	7.0-10.0	4.0-6.0	≤3.0
2. การทนต่อการกัดกร่อนของ slag (%)	≥2.0	1.3-2.0	1.0-1.2	0.6-1.0	≤0.5
3. การทนต่อปฏิกิริยา Oxidation (%)	≥1.5	1.1-1.5	0.5-1.0	0.1-0.5	0
4.ค่าความต้านทานต่อแรงกดที่อุณหภูมิสูง (องศา C)	-	-	>1680	>1690	>1700
5. ค่าการนำความร้อน (W/m k)	≥2.5	2.1-2.5	1.6-2.0	1.1-1.5	0-1.0
6. ค่าการทนต่ออุณหภูมิสูงสุด (องศา C)	-	≥1650	≥1680	≥1690	≥1700

ก.2 ราคาของผลิตภัณฑ์

สำหรับการให้คะแนนในส่วนของราคาผลิตภัณฑ์นั้น ทางคณะกรรมการผลิตภัณฑ์มีมติให้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ ค.3 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่พิจารณาทั้ง 2 กลุ่มอุตสาหกรรม

ตารางที่ ค.3 ระดับคะแนนสำหรับผลต่างของราคาขายต่อต้นทุนผันแปร

ระดับคะแนน					
5	หมายถึง	ผลต่างของราคาขายมากกว่าต้นทุนการผลิตผันแปร	≥	10,000	บาท/ตัน
4	หมายถึง	ผลต่างของราคาขายมากกว่าต้นทุนการผลิตผันแปร	≥	8,000	บาท/ตัน
3	หมายถึง	ผลต่างของราคาขายมากกว่าต้นทุนการผลิตผันแปร	≥	6,000	บาท/ตัน
2	หมายถึง	ผลต่างของราคาขายมากกว่าต้นทุนการผลิตผันแปร	≥	4,000	บาท/ตัน
1	หมายถึง	ผลต่างของราคาขายมากกว่าต้นทุนการผลิตผันแปร	≤	3,000	บาท/ตัน

ก.3 ความสะดวกในการติดตั้งใช้งานผลิตภัณฑ์

คือการตรวจสอบระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องใช้ในการติดตั้งใช้งานที่โรงงานลูกค้า โดยแบ่งออกเป็นในแต่ละอุตสาหกรรมดังตารางที่ ค.4 และ ค.5

ตารางที่ ค.4 ความสะดวกในการติดตั้งใช้งานผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟในอุตสาหกรรมซิเมนต์ (ในหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน)

รายการตรวจสอบ	ระดับคะแนน				
	1	2	3	4	5
1.ระยะเวลาที่ใช้ในการติดตั้งใช้งาน (วัน/เมตร)	≥5	4	3	2	≤1
2.ระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบการติดตั้ง (วัน/ครั้ง)	-	-	2	1	≤0.5
3.ระยะเวลาที่ใช้ในการรื้อทำลายเมื่อผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ (วัน/เมตร)	≥5	4	3	2	≤1
4.ความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการติดการติดตั้งใช้งาน (วัน/ครั้ง)	-	-	1.5-2.0	1-1.5	≤1

ตารางที่ ค.5 ความสะดวกในการติดตั้งใช้งานผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟในอุตสาหกรรมเหล็ก (ในเบ้ารับน้ำเหล็ก)

รายการตรวจสอบ	ระดับคะแนน				
	1	2	3	4	5
1.ระยะเวลาที่ใช้ในการติดตั้งใช้งาน (วัน/เบ้า)	2.5	2	1.5	1	≤0.5
2.ระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบการติดตั้ง (ช.ม./เบ้า)	2.5	2	1.5	1	≤0.5
3.ระยะเวลาที่ใช้ในการรื้อทำลายเมื่อผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ (วัน/เบ้า)	2.5	2	1.5	1	≤0.5
4.ความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการติดการติดตั้งใช้งาน (วัน/เบ้า)	2.5	2	1.5	1	≤0.5

ข. คุณค่าต่อองค์กร (เฉพาะโอกาสทางการตลาด)

ข.1 การมีตลาดรองรับผลิตภัณฑ์

ข.2 ความสามารถในการแข่งขัน

ข.3 ความเหมาะสมกับยุทธศาสตร์ขององค์กรในปัจจุบัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.1 การมีตลาดรองรับผลิตภัณฑ์

การมีตลาดรองรับผลิตภัณฑ์มีความจำเป็นต้องพิจารณา เนื่องจากหากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ออกมาแต่ไม่มีตลาดรองรับที่โตพออาจทำให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาออกมาไม่สามารถจะจำหน่ายให้คุ้มทุนกับการลงทุนพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งมีรายการตรวจสอบและการให้ระดับคะแนนดังตารางที่ ค.6 และ ค.7

ตารางที่ ค.6 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับอุตสาหกรรมซิเมนต์

รายการตรวจสอบ	ระดับคะแนน				
	1	2	3	4	5
1.ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (ตัน/ปี)	0-1200	1300-2400	2500-4000	4100-5400	≥5500
2.อัตราการเติบโตของตลาดที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในช่วง 5 ปี (%/ปี)	≤0.5	0.6-0.9	1.0-1.4	1.5-3.0	>3.0
3.โอกาสในการขยายผลิตภัณฑ์สู่กลุ่มลูกค้าใหม่ (ราย)	0	1	2	3	≥4

ตารางที่ ค.7 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับอุตสาหกรรมเหล็ก

รายการตรวจสอบ	ระดับคะแนน				
	1	2	3	4	5
1.ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (ตัน/ปี)	0-800	900-1600	1700-2400	2500-3200	≥3200
2.อัตราการเติบโตของตลาดที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในช่วง 5 ปี (%/ปี)	≤0.5	0.6-0.9	1.0-1.5	1.5-3.0	≥3.0
3.โอกาสในการขยายผลิตภัณฑ์สู่กลุ่มลูกค้าใหม่ (ราย)	0	1	2	3	≥4

ข.2 ความสามารถในการแข่งขัน

มีหัวข้อที่ต้องพิจารณา คือ จำนวนคู่แข่งขัน ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และระยะเวลาที่คาดว่าคู่แข่งใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพเทียบเท่าหรือเหนือกว่าโดยทั้ง 2 อุตสาหกรรมมีเกณฑ์ให้คะแนนเหมือนกันดังตารางที่ ค.8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.8 ระดับคะแนนเรื่องความสามารถในการแข่งขัน

รายการตรวจสอบ	ระดับคะแนน				
	1	2	3	4	5
1. จำนวนคู่แข่งขันที่มีในตลาด (ราย)	≤4	3	2	1	0
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (เดือน)	≥30	18-30	12-18	7-11	0-6
3. ระยะเวลาที่คาดว่าคู่แข่งจะพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มี คุณภาพเหนือกว่าหรือเทียบเท่า (เดือน)	0-3	4-6	7-12	13-18	≥18

ข.3 ความเหมาะสมกับยุทธศาสตร์เดิมขององค์กร

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนในหัวข้อนี้ทางคณะกรรมการผลิตภัณฑ์ไม่สามารถระบุออกเป็นตัวเลขที่ชัดเจนได้ จึงได้มีการใช้วิจารณญาณเฉพาะซึ่งอาจไม่เหมือนกันในแต่ละมุมมองของผู้ตัดสินใจดังนี้ ดังนั้นจึงแบ่งการให้คะแนนเป็นได้ กับต้องปรับปรุง โดยให้คะแนนได้เท่ากับ 5 และต้องปรับปรุงเท่ากับ 3 ดังแสดงในตารางที่ ค.9

ตารางที่ ค.9 ระดับคะแนนมาตรฐานสำหรับรายการตรวจสอบความเหมาะสมกับยุทธศาสตร์ขององค์กร

รายการปรับปรุง	ระดับคะแนน	
	3	5
1. สามารถใช้วิธีการจัดจำหน่ายแบบเดิมขององค์กร (ใช้เอเย่นต์เดิม และการขายตรงโดยพนักงานบริษัท)	ต้องปรับปรุง	ได้
2. สามารถใช้วิธีการแนะนำสินค้าเข้าตลาดแบบเดิม (ใช้การทำแผ่นพับแจกลูกค้า ให้ลูกค้าทดลองสินค้าในราคาพิเศษ)	ต้องปรับปรุง	ได้
3. สามารถใช้วิธีการบริการหลังการขายแบบเดิม (การติดตั้งโดยไม่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ)	ต้องปรับปรุง	ได้
4. สามารถสนับสนุนสายผลิตภัณฑ์เก่าขององค์กร	ไม่สนับสนุน	สนับสนุน

ค. หมวดความสามารถทางวิศวกรรม

ค.1 Know-how ที่ใช้ในการพัฒนา

ค.2 ระดับความชำนาญของบุคลากรต่าง ๆ ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ค.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการผลิตเดิม

ค.1 Know-how ที่ใช้ในการพัฒนา

สำหรับในหัวข้อนี้มีเกณฑ์การให้คะแนนดังแสดงในตารางที่ ค.10

ตารางที่ ค.10 เกณฑ์การให้คะแนนมาตรฐาน Know-how ที่ใช้ในการพัฒนา

ระดับคะแนน		
5	หมายถึง	ผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้พิจารณา สามารถพัฒนาได้จากเทคโนโลยีพื้นฐานขององค์กรที่มีอยู่ในปัจจุบัน
4	หมายถึง	ผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้พัฒนา พัฒนาจากการซื้อเทคโนโลยีแบบ Turn keys จากองค์กรอื่น
3	หมายถึง	ผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้พัฒนา สามารถพัฒนาได้จากการซื้อตัวบุคลากรจากคู่แข่งขันมาทำงานกับองค์กรแบบเต็มเวลา
2	หมายถึง	ผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้พัฒนา สามารถพัฒนาได้จากการจ้างที่ปรึกษามาทำงานเป็นครั้งคราว
1	หมายถึง	ผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้พัฒนา ได้มาจากการอ่านบทความวิชาการ

ค.2 ระดับความชำนาญของบุคลากรต่าง ๆ ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

สำหรับการวัดระดับความชำนาญของบุคลากรต่าง ๆ ที่มีต่อผลิตภัณฑ์นั้น ทางผู้วิจัยได้แนะนำให้คณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรศึกษา แบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ มีความชำนาญมากให้คะแนน 5 มีความชำนาญปานกลางให้คะแนน 3 มีความชำนาญต่ำให้คะแนน 1 โดยมีรายการตรวจสอบดังตารางที่ ค.11

ตารางที่ ค.11 ระดับคะแนนมาตรฐานสำหรับระดับความชำนาญของบุคลากร

รายการการตรวจสอบ	ระดับคะแนน		
	1	3	5
1. ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการวิจัย	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
2. ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการผลิต	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
3. ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการทดสอบ	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
4. ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการตลาด	ต่ำ	ปานกลาง	สูง

ค.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการผลิตเดิม

สำหรับในหัวข้อการตรวจสอบนี้ได้แบ่งรายการตรวจสอบเป็นไปตามกระบวนการผลิตขององค์กร โดยแบ่งการให้คะแนนออกเป็น 3 ระดับ คือ ใช้ได้ทั้งหมดให้คะแนน 5 ใช้ได้บางส่วนและต้องปรับปรุงให้คะแนน 3 และใช้ไม่ได้เลยให้คะแนน 1 โดยมีรายการตรวจสอบดังตารางที่ ค.12

ตารางที่ ค.12 ระดับคะแนนมาตรฐานสำหรับความสามารถในการใช้กระบวนการผลิตเดิม

รายการตรวจสอบ	ระดับคะแนน		
	1	3	5
1. ความสามารถในการใช้วัตถุดิบหลักขององค์กร	ใช้ไม่ได้เลย	ใช้ได้บางส่วน	ใช้ได้ทั้งหมด
2. ความสามารถในการใช้กระบวนการบดย่อย	ใช้ไม่ได้เลย	ใช้ได้บางส่วน	ใช้ได้ทั้งหมด
3. ความสามารถในการใช้กระบวนการผสม	ใช้ไม่ได้เลย	ใช้ได้บางส่วน	ใช้ได้ทั้งหมด
4. ความสามารถในการใช้กระบวนการอัดขึ้นรูป	ใช้ไม่ได้เลย	ใช้ได้บางส่วน	ใช้ได้ทั้งหมด
5. ความสามารถในการใช้กระบวนการอบ	ใช้ไม่ได้เลย	ใช้ได้บางส่วน	ใช้ได้ทั้งหมด
6. ความสามารถในการใช้กระบวนการเผา	ใช้ไม่ได้เลย	ใช้ได้บางส่วน	ใช้ได้ทั้งหมด
7. ความสามารถในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์และทดสอบ	ใช้ไม่ได้เลย	ใช้ได้บางส่วน	ใช้ได้ทั้งหมด

ง. หมวดคุณค่าต่อสังคม

ง.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ง.2 เศรษฐกิจ

ง.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

รายการตรวจสอบ คือ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในขณะดำเนินการผลิต ขณะใช้งานผลิตภัณฑ์ และหลังการใช้งานผลิตภัณฑ์ ตามลำดับสำหรับเกณฑ์การให้คะแนนนั้น เนื่องจากองค์กรศึกษาได้รับการรับรองระบบการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ISO14001 ดังนั้นเกณฑ์การให้คะแนนในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจึงขออ้างอิงมาตรฐานการประเมินในมาตรฐานขององค์กรกรณีศึกษา โดยมีการกำหนดระดับคะแนนดังตารางที่ ค.13

ตารางที่ ค.13 ระดับคะแนนมาตรฐานในรายการผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

หัวข้อ				
ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง	ของเสีย	ข้อร้องเรียน	ผลกระทบ	คะแนน
เกิดมลภาวะน้อยกว่า 20% ของข้อกำหนด	ไม่เกิดขยะขั้นจากกิจกรรม	ไม่มีข้อร้องเรียน	ไม่มีผลกระทบเด่นชัด	5
เกิดมลภาวะในช่วง 21-40% ของข้อกำหนด	ขยะที่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้/ขายได้	ได้รับข้อเสนอแนะจากชุมชนรอบข้างบางครั้ง	มีผลกระทบเล็กน้อย	4
เกิดมลภาวะในช่วง 41-60% ของข้อกำหนด	ขยะเผาได้/ฝังกลบได้	ได้รับข้อร้องเรียนจากชุมชนรอบข้างบางครั้ง	มีผลกระทบที่ใช้เวลาเกิน 1สัปดาห์ให้กลับสู่สภาพเดิม	3
เกิดมลภาวะในช่วง 60-80% ของข้อกำหนด	ขยะอันตราย	มีข้อร้องเรียนจากท้องถิ่น	มีผลกระทบรุนแรงใช้เวลามากกว่า 1 เดือนให้กลับสู่สภาพเดิม	2
เกิดมลภาวะในช่วง 80-100% ของข้อกำหนด	-	ได้รับข้อร้องเรียนระดับประเทศ	มีผลกระทบรุนแรงมากต้องใช้เวลาเกินกว่า 1 ปี ในการกลับสู่สภาพเดิม	1

ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง หมายถึง ข้อกำหนดที่กำหนดโดยทางราชการ มีรายการอ้างอิงดังนี้

กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2504) ออกตาม พ.ร.บ. ปรมาณูเพื่อสันติ

กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2540) ออกตามความใน พ.ร.บ. การส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน

กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2540) ออกตามความใน พ.ร.บ. การส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน

กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ออกตามความใน พ.ร.บ. โรงงาน 2535

กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ออกตามความใน พ.ร.บ. โรงงาน 2535

กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2538) ออกตามความใน พ.ร.บ. โรงงาน 2535

กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2540) ออกตามความใน พ.ร.บ. โรงงาน 2535

กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2541) ออกตามความใน พ.ร.บ. โรงงาน 2535

พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2535

ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539)

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมฯ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2538)

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมฯ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2538)

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมฯ ฉบับที่ 15 (พ.ศ. 2538)

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535)

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539)

ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม

สำหรับการให้คะแนนหากมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า 1 หัวข้อ ให้เอาคะแนนที่ต่ำสุดเป็นเกณฑ์สำหรับทางเลือกที่เสนอพิจารณา

ง.2 เศรษฐกิจ

เศรษฐกิจนี้ทางองค์กรพิจารณาแยกเป็น 2 ประเด็น คือ การทดแทนการนำเข้า กับความสามารถในการจ้างแรงงานท้องถิ่นเพิ่มขึ้นได้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนจากการประมาณค่า

ออกมาในรูปตัวเงิน ตลอดช่วงอายุของผลิตภัณฑ์ ในที่นี้คิด 5 ปี โดยแสดงระดับคะแนนมาตรฐาน ดังตารางที่ ค.14

ตารางที่ ค.14 ระดับคะแนนมาตรฐานของรายการด้านเศรษฐกิจ

รายการตรวจสอบ	ระดับคะแนน				
	1	2	3	4	5
1. กาทดแทนการนำเข้า (ล้านบาท)	0-5	6-10	11-20	21-19	≥30
2. การจ้างงานท้องถิ่นเพิ่มขึ้น (ล้านบาท)	0-0.1	0.2-0.4	0.5-0.7	0.8-0.9	≥1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

รายละเอียดและระดับคะแนนที่ผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณาให้พัฒนาได้รับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1 รายละเอียดและผลการให้คะแนนผลิตภัณฑ์สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุน

รายละเอียดและผลการให้คะแนนผลิตภัณฑ์สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนดังแสดงในตารางที่ ง.1 และ ง.2 ตามลำดับ

ตารางที่ ง.1 สรุปรายละเอียดของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนา สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนในอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์

รายการการตรวจสอบ	รายละเอียดผลิตภัณฑ์ชนิดที่			
	1	2	3	4
ก.หมวดคุณค่าต่อลูกค้า				
ก.1 คุณภาพของผลิตภัณฑ์				
ก.1.1 ค่าความยืดหยุ่นตัว	1.8	1.6	0.8	1.0
ก.1.2 ค่าความแข็งแรงที่อุณหภูมิห้อง	60	47	45	50
ก.1.3 ค่าความต้องการต่อแรงกดที่อุณหภูมิสูง	>1700	>1700	>1700	>1700
ก.1.4 ค่าความพรุนตัวปรากฏ	17	18	17	17
ก.1.5 ค่าการนำความร้อน	2.7	2.4	2.5	2.8
ก.1.6 ค่าการทนความร้อนสูงสุด	>1800	>1700	>1700	>1700
ก.2 ราคาของผลิตภัณฑ์ /ต้นทุนผันแปร	22000/12000	15000/11000	18000/12000	28000/20000
ก.3 ความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน				
ก.3.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการติดตั้งใช้งาน (วัน/เมตร)	$\leq$0.5	$\leq$0.5	$\leq$0.5	$\leq$0.5
ก.3.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบการติดตั้ง (วัน/ครั้ง)	1	1	1	1
ก.3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการรื้อทำลายเมื่อผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ (วัน/เมตร)	$\leq$0.5	$\leq$0.5	$\leq$0.5	$\leq$0.5

ตารางที่ ง.1 สรุปรายละเอียดของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนา สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนในอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์ (ต่อ)

รายการการตรวจสอบ	รายละเอียดผลิตภัณฑ์ชนิดที่			
	1	2	3	4
ก.3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งใช้งาน (วัน/ครั้ง)	2	2	2	2
ข.หมวดคุณค่าต่อองค์กร				
ข.1 การมีตลาดรองรับผลิตภัณฑ์				
ข.1.1 ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น(ตัน/ปี)	8000	6000	6000	8000
ข.1.2 อัตราการเติบโตของตลาดที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในช่วง 5 ปี (%/ปี)	4.0	2.5	0.5	1.5
ข.1.3 โอกาสในการขยายผลิตภัณฑ์สู่กลุ่มลูกค้าใหม่ (ราย)	5	3	2	5
ข.2 ความสามารถในการแข่งขัน				
ข.2.1 จำนวนคู่แข่งขันที่มีในตลาด (ราย)	2	2	2	2
ข.2.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (เดือน)	9	9	12	12
ข.2.3 ระยะเวลาที่คาดว่าคู่แข่งขันจะพัฒนาสินค้าที่มีคุณภาพเหนือกว่าหรือเทียบเท่า (เดือน)	6	6	0	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.1 สรุปรายละเอียดของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนา สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนในอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์ (ต่อ)

รายการการตรวจสอบ	รายละเอียดผลิตภัณฑ์ชนิดที่			
	1	2	3	4
ข.3 ความเหมาะสมกับยุทธศาสตร์เดิมขององค์กร				
ข.3.1 ความสามารถในการใช้วิธีการจัดจำหน่ายแบบเดิมขององค์กร (ขายผ่านเอเย่นต์เดิม และการขายตรงโดยพนักงานบริษัท	ต้องปรับปรุง	ได้	ได้	ได้
ข.3.2 ความสามารถในการแนะนำสินค้าเข้าตลาดแบบเดิม (ให้ลูกค้าทดลองสินค้าในราคาพิเศษ)	ได้	ได้	ได้	ได้
ข.3.3 ความสามารถในการใช้การบริการหลังการขายแบบเดิม (การช่วยติดตั้งโดยไม่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ)	ได้	ได้	ได้	ได้
ข.3.4 ความสามารถในการสนับสนุนสายผลิตภัณฑ์เก่าขององค์กร	ไม่สนับสนุน	สนับสนุน	สนับสนุน	ไม่สนับสนุน
ค.หมวดความสามารถทางวิศวกรรม				
ค.1 Know-how ที่ใช้ในการพัฒนา	ซื้อตัวมาเต็มเวลา	ซื้อตัวมาเต็มเวลา	พัฒนาเองจากการอ่านบทความ	พัฒนาเองจากการอ่านบทความ
ค.2 ระดับความชำนาญของบุคลากรต่างๆ ที่มีต่อผลิตภัณฑ์				
ค.2.1 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการวิจัย	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	ต่ำ

ตารางที่ ง.1 สรุปรายละเอียดของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนา สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนในอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์ (ต่อ)

รายการการตรวจสอบ	รายละเอียดผลิตภัณฑ์ชนิดที่			
	1	2	3	4
ค.2.2 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการผลิต	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	ต่ำ
ค.2.3 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการทดสอบ	สูง	สูง	สูง	สูง
ค.2.4 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการตลาด	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	ต่ำ
ค.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการผลิตแบบเดิม				
ค.3.1 ความสามารถในการใช้วัตถุดิบหลักขององค์กร	ใช้ได้บางส่วน	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด
ค.3.2 ความสามารถในการใช้กระบวนการบดย่อย	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด
ค.3.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการผสม	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด
ค.3.4 ความสามารถในการใช้กระบวนการอัดขึ้นรูป	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด
ค.3.5 ความสามารถในการใช้กระบวนการอบ	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด
ค.3.6 ความสามารถในการใช้กระบวนการเผา	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด
ค.3.7 ความสามารถในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์และทดสอบ	ใช้ได้บางส่วน	ใช้ได้บางส่วน	ใช้ได้บางส่วน	ใช้ได้บางส่วน

ตารางที่ ง.1 สรุปรายละเอียดของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนา สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนในอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์ (ต่อ)

รายการการตรวจสอบ	รายละเอียดผลิตภัณฑ์ชนิดที่			
	1	2	3	4
ง. หมวดคุณค่าต่อสังคมและภาพพจน์องค์กร				
ง.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม				
ง.1.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในขณะดำเนินการผลิต	ไม่กระทบ	ไม่กระทบ	ไม่กระทบ	ไม่กระทบ
ง.1.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในขณะใช้งานผลิตภัณฑ์	ไม่กระทบ	ไม่กระทบ	ไม่กระทบ	ไม่กระทบ
ง.1.3 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในหลังการใช้งานผลิตภัณฑ์	ไม่กระทบ	ผลกระทบต่อน้ำใช้เวลามากกว่า 1 สัปดาห์ให้กลับสู่สภาพเดิม	ผลกระทบต่อน้ำใช้เวลามากกว่า 1 สัปดาห์ให้กลับสู่สภาพเดิม	ไม่กระทบ
ง.2 เศรษฐกิจ				
ง.2.1 จำนวนเงินที่คาดว่าจะสามารถทนแทนการนำเข้า (ล้านบาท	$\geq$30	$\geq$30	$\geq$20	$\geq$20
ง.2.2 จำนวนเงินที่คาดว่าจะมีการจ้างแรงงานท้องถิ่นเพิ่มขึ้น (ล้านบาท)	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.2 สรุประดับคะแนนของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนา สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนในอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์

รายการการตรวจสอบ	ระดับคะแนนผลิตภัณฑ์ชนิดที่			
	1	2	3	4
ก.หมวดคุณค่าต่อลูกค้า				
ก.1 คุณภาพของผลิตภัณฑ์				
ก.1.1 ค่าความยืดหยุ่นตัว	4	4	1	2
ก.1.2 ค่าความแข็งแรงที่อุณหภูมิห้อง	3	2	1	2
ก.1.3 ค่าความต้องการต่อแรงกดที่อุณหภูมิสูง	5	5	5	5
ก.1.4 ค่าความพรุนตัวปรากฏ	3	3	3	3
ก.1.5 ค่าการนำความร้อน	4	5	5	4
ก.1.6 ค่าการทนความร้อนสูงสุด	5	4	4	4
ก.2 ราคาของผลิตภัณฑ์ /ต้นทุนผันแปร	4	2	3	4
ก.3 ความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน				
ก.3.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการติดตั้งใช้งาน (วัน/เมตร)	5	5	5	5
ก.3.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบการติดตั้ง (วัน/ครั้ง)	4	4	4	4
ก.3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการรื้อทำลายเมื่อผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ (วัน/เมตร)	5	5	5	5
ก.3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งใช้งาน (วัน/ครั้ง)	3	3	3	3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.2 สรุประดับคะแนนของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนา สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนในอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์ (ต่อ)

รายการการตรวจสอบ	ระดับคะแนนผลิตภัณฑ์ชนิดที่			
	1	2	3	4
ข.หมวดคุณค่าต่อองค์กร				
ข.1 การมีตลาดรองรับผลิตภัณฑ์				
ข.1.1 ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น(ตัน/ปี)	5	5	5	5
ข.1.2 อัตราการเติบโตของตลาดที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในช่วง 5 ปี (%/ปี)	5	4	1	3
ข.1.3 โอกาสในการขยายผลิตภัณฑ์สู่กลุ่มลูกค้าใหม่ (ราย)	5	4	3	5
ข.2 ความสามารถในการแข่งขัน				
ข.2.1 จำนวนคู่แข่งขันที่มีในตลาด (ราย)	2	2	2	2
ข.2.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (เดือน)	4	4	3	3
ข.2.3 ระยะเวลาที่คาดว่าคู่แข่งขันจะพัฒนาสินค้าที่มีคุณภาพเหนือกว่าหรือเทียบเท่า (เดือน)	2	2	1	1
ข.3 ความเหมาะสมกับยุทธศาสตร์เดิม				
ข.3.1 ความสามารถในการใช้วิธีการจัดจำหน่ายแบบเดิมขององค์กร (ขายผ่านเอเย่นต์เดิม และการขายตรงโดยพนักงานบริษัท	3	5	5	5

ตารางที่ ง.2 สรุประดับคะแนนของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนา สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนในอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์ (ต่อ)

รายการการตรวจสอบ	ระดับคะแนนผลิตภัณฑ์ชนิดที่			
	1	2	3	4
ข.3.2 ความสามารถในการแนะนำสินค้าเข้าตลาดแบบเดิม (ให้ลูกค้าทดลองสินค้าในราคาพิเศษ)	5	5	5	5
ข.3.3 ความสามารถในการใช้การบริการหลังการขายแบบเดิม (การช่วยติดตั้งโดยไม่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ)	5	5	5	5
ข.3.4 ความสามารถในการสนับสนุนสายผลิตภัณฑ์เก่าขององค์กร	3	5	5	3
ค.หมวดความสามารถทางวิศวกรรม				
ค.1 Know-how ที่ใช้ในการพัฒนา	4	4	1	1
ค.2 ระดับความชำนาญของบุคลากรต่างๆ ที่มีต่อผลิตภัณฑ์				
ค.2.1 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการวิจัย	3	5	1	1
ค.2.2 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการผลิต	3	5	1	1
ค.2.3 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการทดสอบ	5	5	5	5
ค.2.4 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการตลาด	3	5	1	1

ตารางที่ ง.2 สรุประดับคะแนนของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนา สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนในอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์ (ต่อ)

รายการการตรวจสอบ	ระดับคะแนนผลิตภัณฑ์ชนิดที่			
	1	2	3	4
ค.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการผลิตแบบเดิม				
ค.3.1 ความสามารถในการใช้วัตถุดิบหลักขององค์กร	3	5	5	5
ค.3.2 ความสามารถในการใช้กระบวนการบดย่อย	5	5	5	5
ค.3.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการผสม	5	5	5	5
ค.3.4 ความสามารถในการใช้กระบวนการอัดขึ้นรูป	5	5	5	5
ค.3.5 ความสามารถในการใช้กระบวนการอบ	5	5	5	5
ค.3.6 ความสามารถในการใช้กระบวนการเผา	5	3	5	5
ค.3.7 ความสามารถในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์และทดสอบ	5	5	5	5
ง. หมวดคุณค่าต่อสังคมและภาพพจน์องค์กร				
ง.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม				
ง.1.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในขณะดำเนินการผลิต	5	5	5	5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.2 สรุประดับคะแนนของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนา สำหรับหม้อเผาซิเมนต์แบบหมุนในอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์ (ต่อ)

รายการการตรวจสอบ	ระดับคะแนนผลิตภัณฑ์ชนิดที่			
	1	2	3	4
ง.1.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในขณะใช้งานผลิตภัณฑ์	5	5	5	5
ง.1.3 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในหลังการใช้งานผลิตภัณฑ์	5	3	3	5
ง.2 เศรษฐกิจ				
ง.2.1 จำนวนเงินที่คาดว่าจะสามารถทนแทนการนำเข้า (ล้านบาท)	5	5	3	3
ง.2.2 จำนวนเงินที่คาดว่าจะมีการจ้างแรงงานท้องถิ่นเพิ่มขึ้น (ล้านบาท)	1	1	1	1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.2 รายละเอียดและผลการให้คะแนนผลิตภัณฑ์สำหรับเบ้ารับน้ำเหล็ก

รายละเอียดและผลการให้คะแนนผลิตภัณฑ์สำหรับเบ้ารับน้ำเหล็กดังแสดงในตารางที่ ง.3 และ ง.4 ตามลำดับ

ตารางที่ ง.3 สรุปรายละเอียดของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็กในอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก

รายการการตรวจสอบ	รายละเอียดผลิตภัณฑ์ชนิดที่		
	1	2	3
ก. หมวดคุณค่าต่อลูกค้า			
ก.1 คุณภาพของผลิตภัณฑ์			
ก.1.1 ค่าความพรุนตัวปรากฏ	4.0	3.0	18
ก.1.2 ค่าความต้านทานต่อ slag	1.2	1.0	2.5
ก.1.3 ค่าความต้านทานต่อ Oxidation	3.0	3.0	0.0
ก.1.4 ค่าความทนต่อแรงกดที่อุณหภูมิสูง	>1700	>1700	>1600
ก.1.5 ค่าการนำความร้อน	2.4	2.4	1.8
ก.1.6 ค่าการทนความร้อนสูงสุด	>1700	>1700	>1650
ก.2 ราคาของผลิตภัณฑ์/ต้นทุนผันแปร	27000/22000	25000/19000	20000/10000
ก.3 ความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน			
ก.3.1 ความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน (วัน/เบ้า)	1	1	1
ก.3.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบการติดตั้ง (วัน/ครั้ง)	≤0.5	≤0.5	≤0.5
ก.3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการรื้อทำลายเมื่อผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ (วัน/เบ้า)	≤0.5	≤0.5	≤0.5
ก.3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งใช้งาน (วัน/ครั้ง)	1	1	1

ตารางที่ ง.3 สรุปรายละเอียดของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็กในอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก (ต่อ)

รายการการตรวจสอบ	รายละเอียดผลิตภัณฑ์ชนิดที่		
	1	2	3
ข. หมวดคุณค่าต่อองค์กร			
ข.1 การมีตลาดรองรับผลิตภัณฑ์			
ข.1.1 ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (ตัน/ปี)	3000	5000	4000
ข.1.2 อัตราการเติบโตของตลาดที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในช่วงเวลา 5 ปี (%/ปี)	3.0	1.0	1.0
ข.1.3 โอกาสในการขยายผลิตภัณฑ์สู่กลุ่มลูกค้าใหม่ (ราย)	10	10	2
ข.2 ความสามารถในการแข่งขัน			
ข.2.1 จำนวนคู่แข่งขันที่มีในตลาด (ราย)	3	3	2
ข.2.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (เดือน)	6	6	3
ข.2.3 ระยะเวลาที่คาดว่าคู่แข่งขันจะพัฒนาสินค้าที่มีคุณภาพเหนือกว่าหรือเทียบเท่า (เดือน)	4	4	0
ข.3 ความเหมาะสมกับยุทธศาสตร์เดิมขององค์กร			
ข.3.1 ความสามารถในการใช้วิธีการจัดจำหน่ายแบบเดิมขององค์กร (ขายผ่านเอเย่นต์เดิมและการขายตรงโดยพนักงานบริษัท)	ได้	ได้	ได้
ข.3.2 ความสามารถในการแนะนำสินค้าเข้าตลาดขายแบบเดิม (ให้ลูกค้าทดลองสินค้าในราคาพิเศษ)	ได้	ได้	ได้

ตารางที่ ง.3 สรุปรายละเอียดของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็กในอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก (ต่อ)

รายการการตรวจสอบ	รายละเอียดผลิตภัณฑ์ชนิดที่		
	1	2	3
ข.2.3 ระยะเวลาที่คาดว่าคู่แข่งขันจะพัฒนาสินค้าที่มีคุณภาพเหนือกว่าหรือเทียบเท่า (เดือน)	4	4	0
ข.3 ความเหมาะสมกับยุทธศาสตร์เดิมขององค์กร			
ข.3.1 ความสามารถในการใช้วิธีการจัดจำหน่ายแบบเดิมขององค์กร (ขายผ่านเอเย่นต์เดิม และการขายตรงโดยพนักงานบริษัท)	ได้	ได้	ได้
ข.3.2 ความสามารถในการแนะนำสินค้าเข้าตลาดขายแบบเดิม (ให้ลูกค้าทดลองสินค้าในราคาพิเศษ)	ได้	ได้	ได้
ข.3.3 ความสามารถในการใช้การบริการหลังการขายแบบเดิม (การช่วยติดตั้งโดยไม่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ)	ได้	ได้	ได้
ข.3.4 ความสามารถในการสนับสนุนสายผลิตภัณฑ์เก่าขององค์กร	สนับสนุน	สนับสนุน	สนับสนุน
ค. หมวดความสามารถทางวิศวกรรม			
ค.1 Know-how ที่ใช้ในการพัฒนา	พัฒนาเอง	พัฒนาเอง	พัฒนาเอง
ค.2 ระดับความชำนาญของบุคลากร			
ค.2.1 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการวิจัย	ปานกลาง	สูง	สูง
ค.2.2 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการผลิต	ปานกลาง	สูง	สูง

ตารางที่ ง.3 ตารางสรุปรายละเอียดของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็กในอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก (ต่อ)

รายการการตรวจสอบ	รายละเอียดผลิตภัณฑ์ชนิดที่		
	1	2	3
ค.2.3 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการทดสอบ	สูง	สูง	สูง
ค.2.4 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการตลาด	ปานกลาง	สูง	ต่ำ
ค.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการผลิตแบบเดิม			
ค.3.1 ความสามารถในการใช้วัตถุดิบหลักขององค์กร	ใช้ได้บางส่วน	ใช้ได้บางส่วน	ใช้ได้ทั้งหมด
ค.3.2 ความสามารถในการใช้กระบวนการบดย่อย	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด
ค.3.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการผสม	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด
ค.3.4 ความสามารถในการใช้การอัดขึ้นรูป	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด
ค.3.5 ความสามารถในการใช้กระบวนการอบ	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด
ค.3.6 ความสามารถในการใช้กระบวนการเผา	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด
ค.3.7 ความสามารถในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์และทดสอบ	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด	ใช้ได้ทั้งหมด
ง. หมวดคุณค่าต่อสังคมและภาพพจน์องค์กร			
ง.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม			
ง.1.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในขณะดำเนินการผลิต	กระทบเล็กน้อย	กระทบเล็กน้อย	ไม่กระทบ
ง.1.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในขณะใช้งานผลิตภัณฑ์	ไม่กระทบ	ไม่กระทบ	ไม่กระทบ
ง.1.3 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในหลังการใช้งานผลิตภัณฑ์	ไม่กระทบ	ไม่กระทบ	ไม่กระทบ

ตารางที่ ง.3 สรุปรายละเอียดของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็กในอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก (ต่อ)

รายการการตรวจสอบ	รายละเอียดผลิตภัณฑ์ชนิดที่		
	1	2	3
ง.2 เศรษฐกิจ			
ง.2.1 จำนวนเงินที่คาดว่าจะสามารถทดแทนการนำเข้า (ล้านบาท)	≥10	≥10	0
ง.2.2 จำนวนเงินที่คาดว่าจะมีการจ้างแรงงานท้องถิ่นเพิ่มขึ้น (ล้านบาท)	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี

ตารางที่ ง.4 สรุประดับคะแนนของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็กในอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก

รายการการตรวจสอบ	ระดับคะแนนผลิตภัณฑ์ชนิดที่		
	1	2	3
ก. หมวดคุณค่าต่อลูกค้า			
ก.1 คุณภาพของผลิตภัณฑ์			
ก.1.1 ค่าความพรุนตัวปรากฏ	5	4	1
ก.1.2 ค่าความต้านทานต่อ slag	3	3	1
ก.1.3 ค่าความต้านทานต่อ Oxidation	1	1	5
ก.1.4 ค่าความทนต่อแรงกดที่อุณหภูมิสูง	5	6	4
ก.1.5 ค่าการนำความร้อน	2	2	3
ก.1.6 ค่าการทนความร้อนสูงสุด	5	5	2
ก.2 ราคาของผลิตภัณฑ์/ต้นทุนผันแปร	2	3	1
ก.3 ความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน			
ก.3.1 ความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน (วัน/เบ้า)	5	5	5
ก.3.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบการติดตั้ง (วัน/ครั้ง)	5	5	5

ตารางที่ ง.4 สรุประดับคะแนนของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็กในอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก (ต่อ)

รายการการตรวจสอบ	ระดับคะแนนผลิตภัณฑ์ชนิดที่		
	1	2	3
ก.3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการรื้อทำลายเมื่อผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ (วัน/เบ้า)	5	5	4
ก.3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งใช้งาน (วัน/ครั้ง)	4	4	4
ข. หมวดคุณค่าต่อองค์กร			
ข.1 การมีตลาดรองรับผลิตภัณฑ์			
ข.1.1 ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (ตัน/ปี)	3	4	3
ข.1.2 อัตราการเติบโตของตลาดที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในช่วงเวลา 5 ปี (%/ปี)	4	3	3
ข.1.3 โอกาสในการขยายผลิตภัณฑ์สู่กลุ่มลูกค้าใหม่ (ราย)	5	5	3
ข.2 ความสามารถในการแข่งขัน			
ข.2.1 จำนวนคู่แข่งขันที่มีในตลาด (ราย)	2	2	3
ข.2.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (เดือน)	5	5	5
ข.2.3 ระยะเวลาที่คาดว่าคู่แข่งขันจะพัฒนาสินค้าที่มีคุณภาพเหนือกว่าหรือเทียบเท่า (เดือน)	2	2	1
ข.3 ความเหมาะสมกับยุทธศาสตร์เดิมขององค์กร			
ข.3.1 ความสามารถในการใช้วิธีการจัดจำหน่ายแบบเดิมขององค์กร (ขายผ่านเอเย่นต์เดิมและการขายตรงโดยพนักงานบริษัท)	5	5	5

ตารางที่ ง.4 สรุประดับคะแนนของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็กในอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก (ต่อ)

รายการการตรวจสอบ	ระดับคะแนนผลิตภัณฑ์ชนิดที่		
	1	2	3
ข.3.2 ความสามารถในการแนะนำสินค้าเข้าตลาดขายแบบเดิม (ให้ลูกค้าทดลองสินค้าในราคาพิเศษ)	5	5	5
ข.3.3 ความสามารถในการใช้การบริการหลังการขายแบบเดิม (การช่วยติดตั้งโดยไม่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ)	5	5	5
ข.3.4 ความสามารถในการสนับสนุนสายผลิตภัณฑ์เก่าขององค์กร	5	5	5
ค. หมวดความสามารถทางวิศวกรรม			
ค.1 Know-how ที่ใช้ในการพัฒนา	5	5	5
ค.2 ระดับความชำนาญของบุคลากร			
ค.2.1 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการวิจัย	3	5	5
ค.2.2 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการผลิต	3	5	5
ค.2.3 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการทดสอบ	5	5	5
ค.2.4 ระดับความชำนาญของบุคลากรด้านการตลาด	3	5	5
ค.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการผลิตแบบเดิม			
ค.3.1 ความสามารถในการใช้วัตถุดิบหลักขององค์กร	3	3	5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.4 สรุประดับคะแนนของผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟที่เสนอพิจารณาให้ดำเนินการพัฒนาสำหรับเบ้ารับน้ำเหล็กในอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก (ต่อ)

รายการการตรวจสอบ	ระดับคะแนนผลิตภัณฑ์ชนิดที่		
	1	2	3
ค.3.2 ความสามารถในการใช้กระบวนการบดย่อย	5	5	5
ค.3.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการผสม	5	5	5
ค.3.4 ความสามารถในการใช้การอัดขึ้นรูป	5	5	5
ค.3.5 ความสามารถในการใช้กระบวนการอบ	5	5	5
ค.3.6 ความสามารถในการใช้กระบวนการเผา	5	5	5
ค.3.7 ความสามารถในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์และทดสอบ	5	5	5
ง.หมวดคุณค่าต่อสังคมและภาพพจน์องค์กร			
ง.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม			
ง.1.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในขณะดำเนินการผลิต	4	4	5
ง.1.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในขณะใช้งานผลิตภัณฑ์	5	5	5
ง.1.3 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในหลังการใช้งานผลิตภัณฑ์	5	5	5
ง.2 เศรษฐกิจ			
ง.2.1 จำนวนเงินที่คาดว่าจะสามารถทดแทนการนำเข้า (ล้านบาท)	2	2	1
ง.2.2 จำนวนเงินที่คาดว่าจะมีการจ้างแรงงานท้องถิ่นเพิ่มขึ้น (ล้านบาท)	1	1	1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้ระบบการตัดสินใจ
เลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา
โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice ช่วยในการประมวลผล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คู่มือการใช้ระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนาโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice ช่วยในการประมวลผล

การใช้ระบบการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับการพัฒนาโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice ช่วยในการประมวลผล ในอุตสาหกรรมซิเมนต์ และอุตสาหกรรมเหล็กจะใช้วิธีการเดียวกัน ดังนั้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอแสดงเฉพาะการเลือกผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟสำหรับการพัฒนา ในอุตสาหกรรมซิเมนต์เท่านั้น

1. เปิดโปรแกรม Expert choice c:\ ecw\kit.ec1 จะพบหน้าจอดังรูปที่ จ.1

2. เลื่อนลูกศรไปที่ Assignment และ Pairwise ตามรูปที่ จ.2 จะพบหน้าจอดังรูปที่ จ.3

3. ให้ดำเนินการทำการเปรียบเทียบปัจจัยทั้งหมดจนถึงระดับต่ำสุดในแต่ละหมวด จากนั้นกด Enter และ Calculate โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย ให้ตรวจสอบค่า Inconsistency Index ต้องมีค่าน้อยกว่า 0.1 มิฉะนั้นให้ทำการประเมินใหม่

4. ให้เลื่อนลูกศรไปที่ File และ Reports ดังรูปที่ จ.4 และเลือกไปที่ Synthesis ตามรูปที่ จ.5 โปรแกรม Expert choice จะแสดงผลดังรูปที่ จ.6 ซึ่งเป็นรูปที่แสดงน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยโดยรวม (เนื่องจากตอนแรกปัจจัยต่าง ๆ มีลักษณะความสัมพันธ์กันแบบเครือข่ายดังรูปที่ 5.3) หากมีการพิจารณาเป็นหมู่คณะให้นำเอาน้ำหนักความสำคัญที่ได้มาทำการหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิตก่อนเพื่อเป็นค่าตัวแทนของกลุ่มผู้ประเมิน โดยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ใช้วิธีการดังกล่าว

5. เปิดโปรแกรม Expert choice c:\ecw\cement.ec1 จะพบหน้าจอตามรูปที่ จ.7

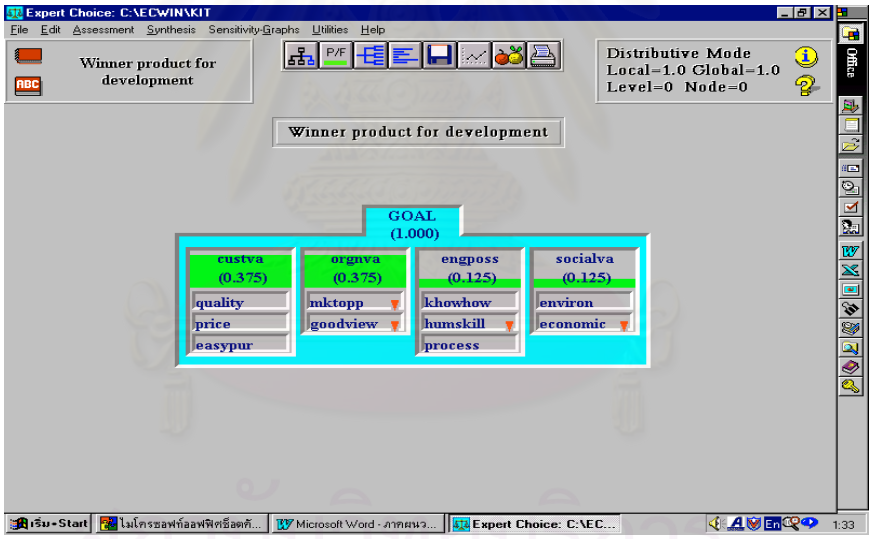
6. ทำการป้อนค่าน้ำหนักความสำคัญให้แต่ละปัจจัย โดยการเลื่อนลูกศรไปที่ Assignment และ data ตามรูปที่ จ.8 จะพบหน้าจอดังรูปที่ จ.9 ให้ทำการป้อนค่าน้ำหนักคะแนนจนครบทุกปัจจัย โดยที่ปัจจัยย่อยจากปัจจัยที่อยู่เหนือขึ้นไป 1 ลำดับ หากไม่ระบุโปรแกรม Expert choice จะให้น้ำหนักเท่ากันโดยการใช้ค่าหารเฉลี่ย พิจารณาจนถูกต้องเรียบร้อย กดปุ่ม Calculate

7. เลื่อนลูกศรไปที่ Assignment และ Rating จะพบหน้าจอดังรูปที่ จ.10 ทำการใส่ชื่อผลิตภัณฑ์ที่เสนอพิจารณา ในช่อง Alternative และให้คะแนนในแต่ละผลิตภัณฑ์ด้วยระดับคะแนน (Score) 1 – 5 ลงในช่องต่าง ๆ ตามแนวนอนจนครบทุกทางเลือก

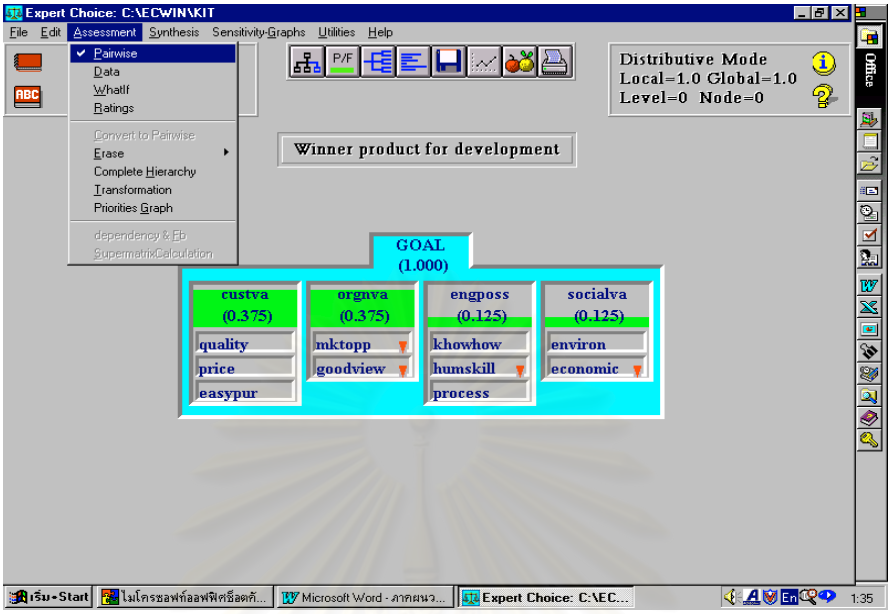
8. เลื่อนลูกศรไปที่ File และ Extract to pairwise comparison model ตามรูปที่ จ.11 จะพบหน้าจอดังรูป จ.12 การทำแบบนี้ โปรแกรม Expert choice จะทำการเปลี่ยนระบบคะแนนแบบ direct rating เป็นแบบเปรียบเทียบทีละคู่ ของแต่ละทางเลือก ในแต่ละปัจจัยโดยอัตโนมัติ

9. หากต้องการดูการประมวลผลแบบน้ำหนักความสำคัญโดยรวม ให้เลื่อนลูกศรไปที่ Synthesis และ from Goal ดังรูปที่ จ. 13 และโปรแกรมจะคำนวณผลดังแสดงในรูปที่ จ.14

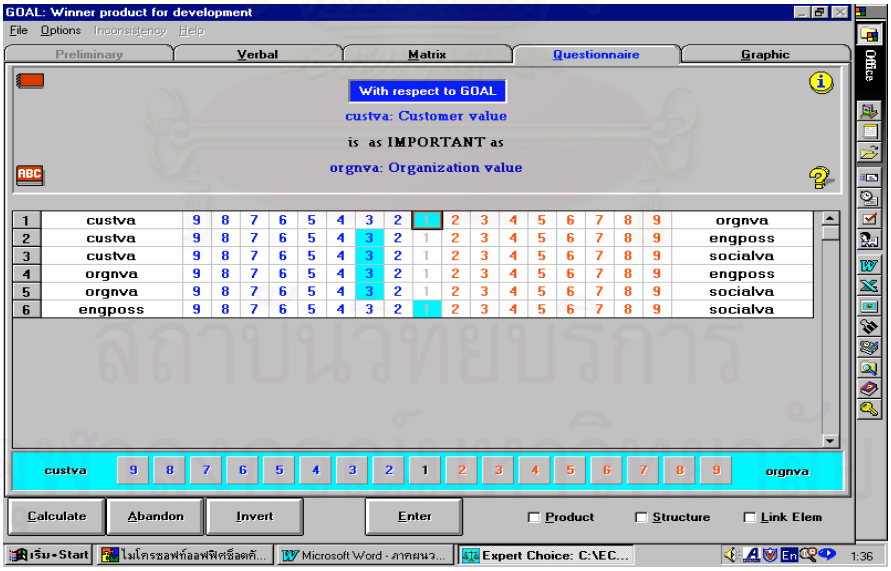
10. หากต้องการดูการวิเคราะห์ความไว ให้เลื่อนลูกศรไปที่ Sensitivity Graphs (ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้เฉพาะ Gradients) หลังจากนั้นโปรแกรมจะแสดงผลดังรูปที่ จ.15



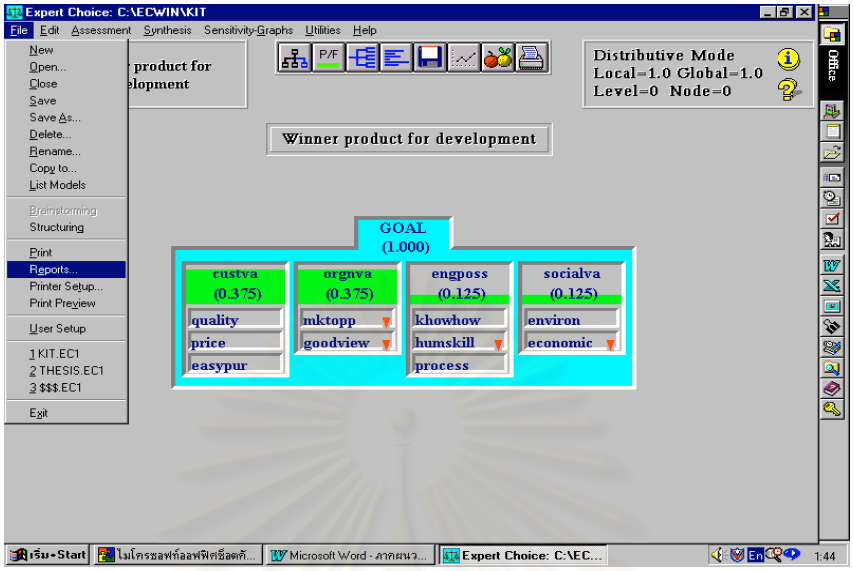
รูปที่ จ.1 การเปิดโปรแกรม Expert choice จากไฟล์ c:\ecw\kit.ec1



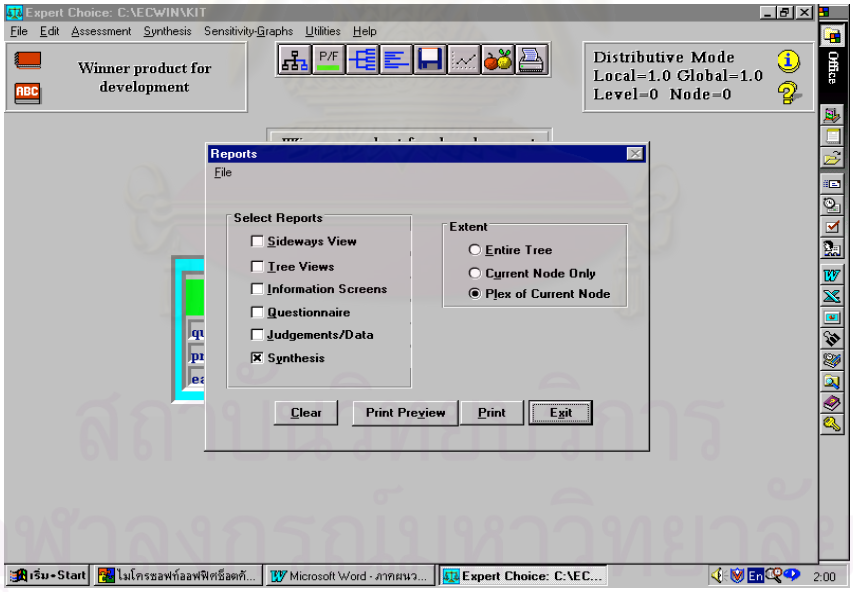
รูปที่ จ.2 การใช้ Tool Bar Assignment และ Pairwise



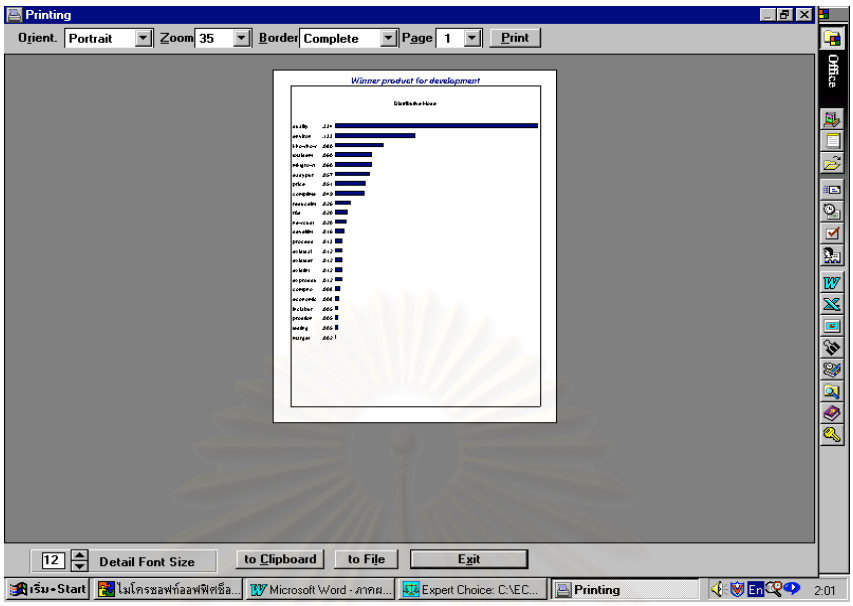
รูปที่ จ.3 การเข้าสู่หน้าจอ Assignment และ Pairwise



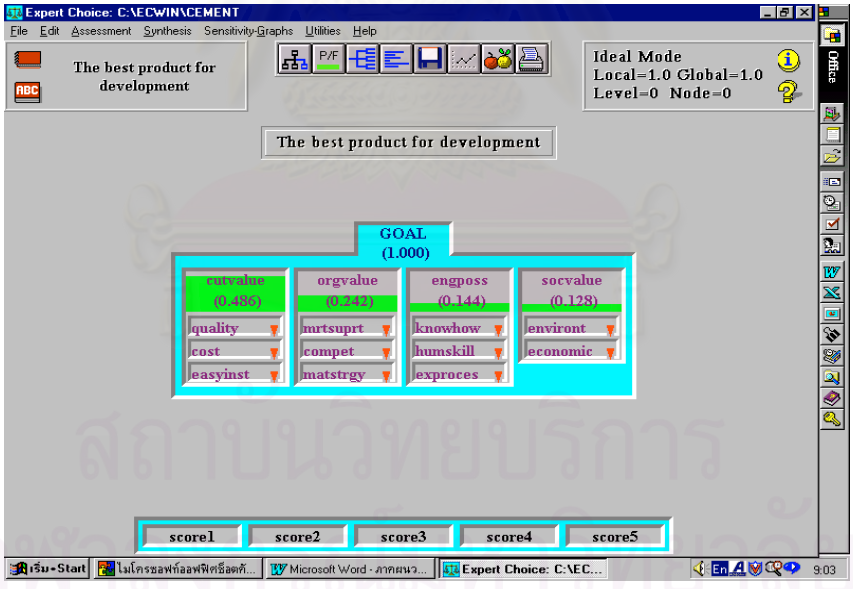
รูปที่ จ.4 การใช้ Tool bar File และ Report



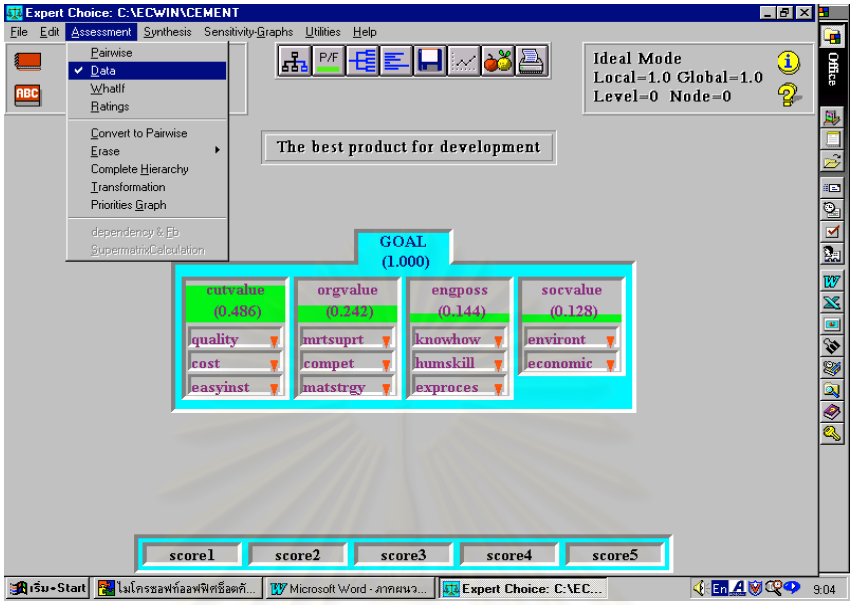
รูปที่ จ.5 การเข้าสู่หน้าจอ Report เพื่อเลือกฟังก์ชัน Synthesis



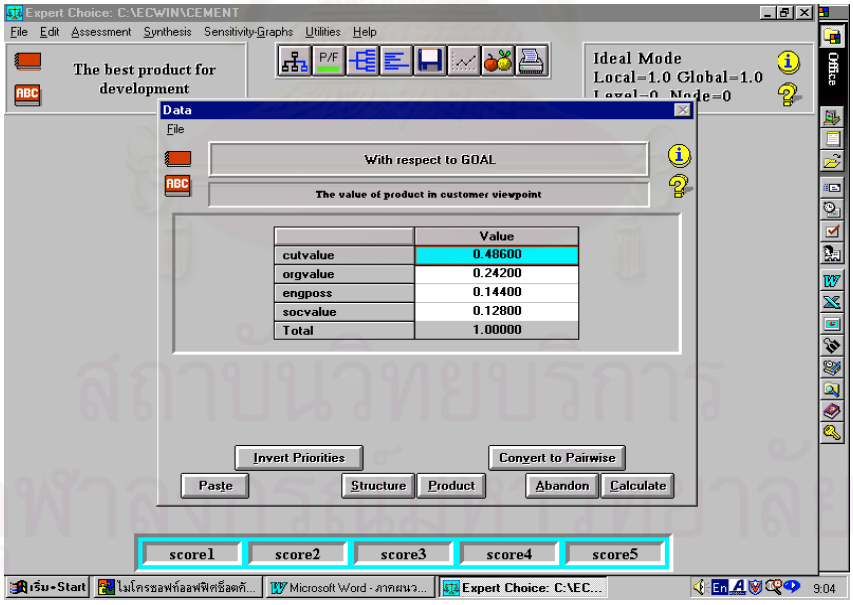
รูปที่ จ.6 ผลของฟังก์ชัน Synthesis



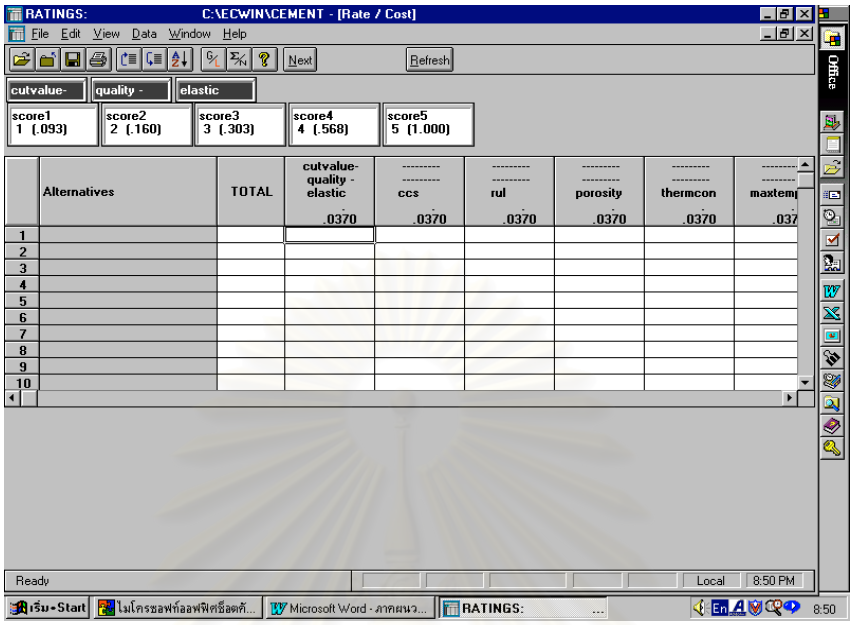
รูปที่ จ.7 การเปิดโปรแกรม Expert choice จากไฟล์ c:\ecw\cement.ec1



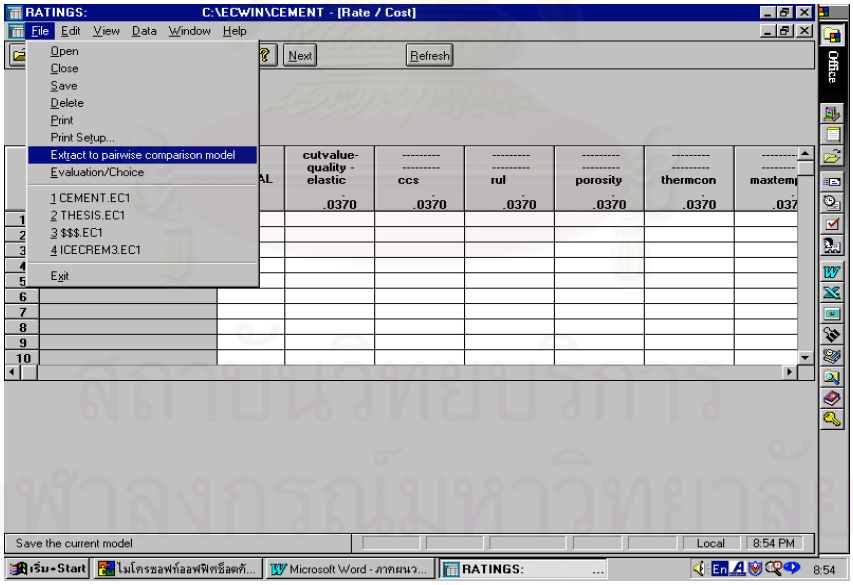
รูปที่ จ.8 การใช้ Tool bar Assignment และ Data



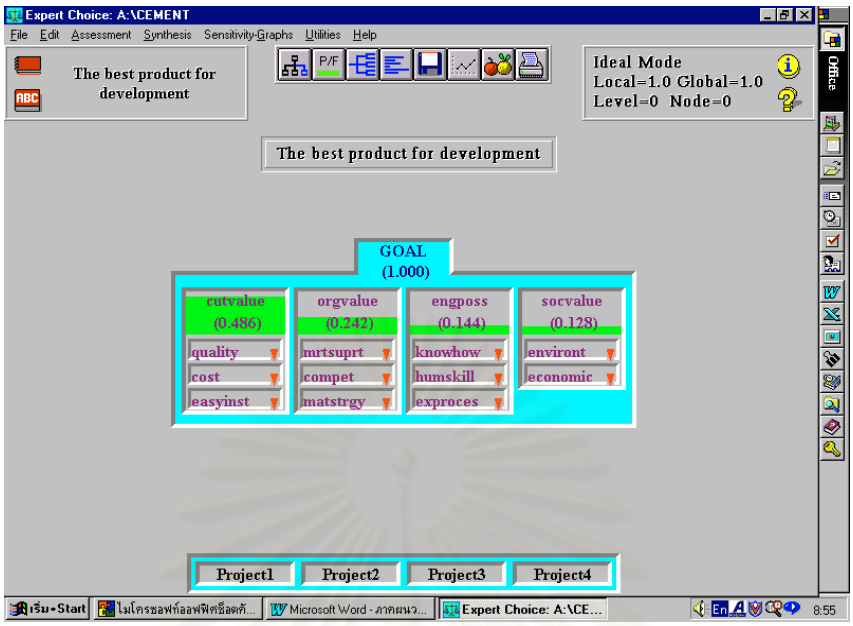
รูปที่ จ.9 การเข้าสู่หน้าจอ Assignment และ Data



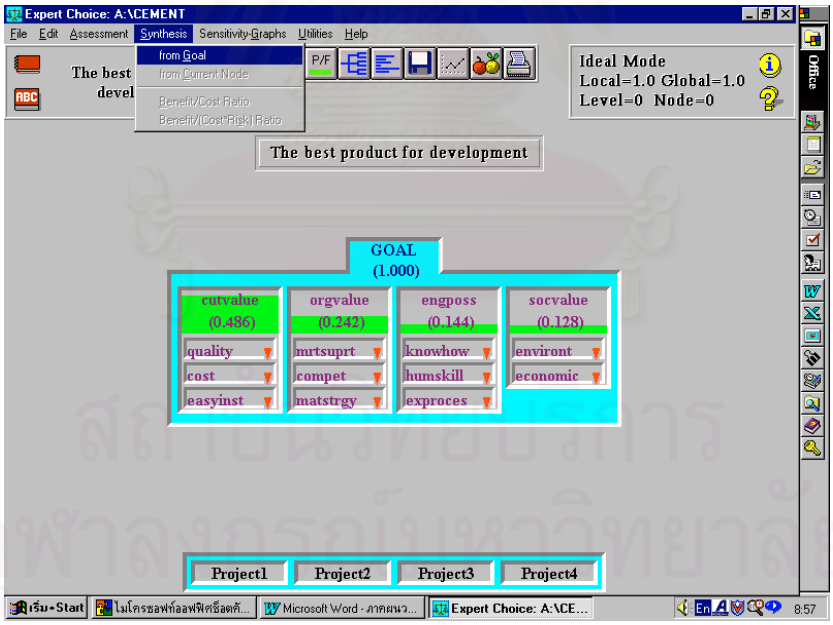
รูปที่ จ.10 การเข้าสู่หน้าจอด้วย Tool bar Assignment และ Rating



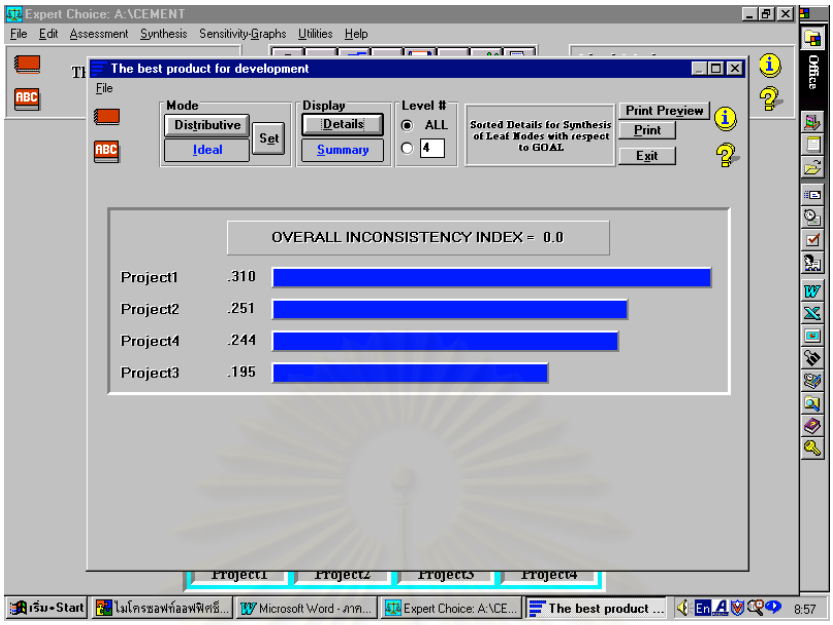
รูปที่ จ.11 การใช้ Tool bar File และ Extract to pairwise comparison model



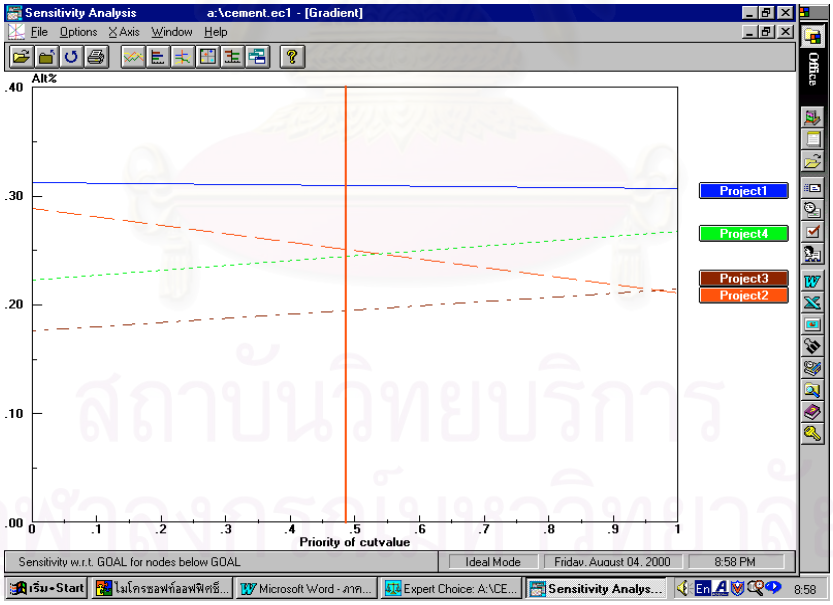
รูปที่ จ.12 การเข้าสู่หน้าจอ File และ Extract to pairwise comparison model



รูปที่ จ.13 การใช้ Tool bar Synthesis และ From goal



รูปที่ จ.14 การประมวลผลน้ำหนักความสำคัญโดยรวมจาก Synthesis และ From goal



รูปที่ จ.15 ผลการวิเคราะห์ความไวโดยใช้ Tool bar Sensitivity graph แบบ Gradients

ประวัติผู้เขียน

นายกิตติพงษ์ โพธิ์ธรานนท์ เกิดวันที่ 21 เมษายน 2515 ที่อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในปีการศึกษา 2535 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย