การศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนผลิตเครื่องทำความเย็น สำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน

วรัมพร พรเลิศรังสรรค์

DPU

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2555

A Feasibility Study on the Investment of Freezer Producing for one ton Truck to Transport School Milk

Varumporn Pornlerdrungson

DPU

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Engineering Management

Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University

2012

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภรัชชัย วรรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ตรวจทานแก้ไขและให้การอนุเคราะห์เป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาการศึกษานี้ ส่งผลให้งานวิจัยนี้บรรลุตามวัตถุประสงค์ จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ และขอขอบพรุคุณคณะกรรมการทุกท่านที่ให้คำแนะนำและตรวจสอบข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ รวมถึงเพื่อนๆ น้องๆ ญาติๆ ที่เป็นกำลังใจ ขอขอบพระคุณบริษัท สหมณฑลเซอร์วิสเซ็นเตอร์ จำกัด ที่เอื้อเฟื้องบประมาณ ข้อมูลและสถานที่เพื่อการวิจัยเป็นไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และคอยอบรมสั่งสอนจนทำให้ผู้เขียนได้รับความสำเร็จในการศึกษา

ประโยชน์อันใดที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้พึงมี ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ คณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน และหากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องประการใด ผู้เขียนขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

วรัมพร พรเลิศรังสรรค์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง

กิตติกรรมประกาศ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญรูป..... ญ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 6

1.3 ขอบเขตการศึกษา..... 6

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ..... 6

1.5 แผนการดำเนินงาน..... 7

2. แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 8

2.1 แนวคิดเรื่องการศึกษาความเป็นไปได้..... 8

2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา..... 8

2.3 การศึกษาเกี่ยวกับโครงการอาหารเสริม (นม) หรือโครงการนมโรงเรียน..... 14

2.4 การศึกษาเกี่ยวกับเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนส่งสินค้า..... 25

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 33

3. ระเบียบวิธีวิจัย..... 37

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 37

3.2 ศึกษารูปแบบการขนส่งนมโรงเรียนในปัจจุบัน..... 37

3.3 การจัดหาวัตถุดิบการผลิตเครื่องทำความเย็น..... 39

3.4 การวิเคราะห์เครื่องมือสำหรับการผลิตเครื่องทำความเย็น..... 40

3.5 การใช้โปรแกรมวิเคราะห์การผลิตเครื่องทำความเย็น..... 44

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

4. ผลการศึกษา..... 48
4.1 การวิเคราะห์ด้านการตลาด..... 48
4.2 การวิเคราะห์ด้านวิศวกรรม..... 67
4.3 การวิเคราะห์ด้านการบริหาร..... 102
4.4 การวิเคราะห์ด้านการเงิน..... 106
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 111
5.1 สรุปผลการศึกษา..... 111
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 113
บรรณานุกรม..... 114
ภาคผนวก..... 118
ประวัติผู้เขียน..... 118

DPU

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

3.1 การจัดหาอุปกรณ์การผลิตเครื่องทำความเย็น..... 39
3.2 รายละเอียดเครื่องมือสำหรับการผลิตเครื่องทำความเย็น..... 40
4.1 บัญชีรายชื่อผู้ประกอบการที่มีสิทธิจำหน่ายและขนส่งนมในโครงการ อาหารเสริม (นม) โรงเรียน..... 49
4.2 การจัดสรรสิทธิการจำหน่ายลงในระดับภาค..... 53
4.3 รายละเอียดงบประมาณโครงการอาหารเสริม(นม) หรือโครงการนมโรงเรียน ในปีพ.ศ.2535 – 2546..... 53
4.4 จำนวนประชากรในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ.2536 – 2554..... 54
4.5 ข้อมูลการพยากรณ์จำนวนประชากรในประเทศไทยในอนาคตในปีพ.ศ.2555– 2564 โดยใช้โปรแกรม Minitab 14..... 56
4.6 รายละเอียดของผู้ประกอบการและจำนวนนมโรงเรียนที่ส่งโรงเรียนในเขตกรุงเทพฯ ในเขตกรุงเทพฯ..... 59
4.7 การเปรียบเทียบปริมาณการขายเครื่องทำความเย็นเพื่อขนส่งนมโรงเรียน จากบริษัท นำเข้าเครื่องทำความเย็นและบริษัทผลิตเครื่องทำความเย็นเองในปีพ.ศ.2552– 2554.. 61
4.8 ข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณการขายเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียนในอนาคต ในปีพ.ศ.2555 – 2564 โดยใช้ โปรแกรม Minitab 14..... 62
4.9 ใบรายการวัสดุ (Bill of Material : BOM) ของเครื่องทำความเย็น สำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน..... 68
4.10 รายละเอียดเครื่องมือและอุปกรณ์ของโครงการ..... 74
4.11 ระยะเวลาการสั่งซื้ออุปกรณ์..... 83
4.12 ระยะเวลาการประกอบอุปกรณ์..... 84
4.13 ระยะเวลาการติดตั้งอุปกรณ์บนรถห้องเย็น..... 85
4.14 การตรวจสอบคุณภาพการติดตั้งเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน..... 86
4.15 กำหนดขั้นตอนต่างๆของการผลิตเครื่องทำความเย็น..... 89

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่

4.16 ปริมาณอุปกรณ์แต่ละชนิดที่ใช้ในการผลิตเครื่องทำความเย็น สำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน..... 91
4.17 ข้อมูลทั่วไปของรถยนต์..... 97
4.18 ขอบเขตในการทดสอบ..... 97
4.19 การเปรียบเทียบอุณหภูมิจากการทดสอบการลดอุณหภูมิของเครื่องทำความเย็นและอุณหภูมิมาตรฐานการลดอุณหภูมิเครื่องทำความเย็นของประเทศญี่ปุ่นทุก20 นาที... 102
4.20 แผนดำเนินการโครงการ..... 103
4.21 Gantt Chart การดำเนินโครงการ..... 103
4.22 จำนวนและคุณสมบัติของบุคลากรของแต่ละฝ่าย..... 104
4.23 การจ่ายค่าตอบแทน..... 106
4.24 การวิเคราะห์ด้านการตลาด..... 107
4.25 รายละเอียดเงินลงทุนโครงการ..... 107
4.26 ต้นทุนคงที่..... 108
4.27 ต้นทุนผันแปร..... 108
4.28 กระแสเงินสดของโครงการในระยะเวลา 10 ปี..... 109

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

1.1 ตู้แห้งสำหรับบรรทุกเฟอร์นิเจอร์ 2
1.2 ตู้ห้องเย็นสำหรับบรรทุกผักสด 3
1.3 การขนส่งและเก็บรักษานมโดยใช้ถังพลาสติกแช่นมที่ใช้น้ำแข็งในการควบคุมอุณหภูมินมอย่างผิดวิธี 4
1.4 ตัวแทนผู้ปกครองนักเรียนทั้ง 3 โรงเรียนจากจังหวัดน่าน 5
2.1 นมโรงเรียนแบบพาสเจอร์ไรส์ 17
2.2 นมโรงเรียนแบบยูเอชที 18
2.3 ผนัง 6 ชั้นของกล่องนมยูเอชที 19
2.4 กระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์และนมยูเอชที 20
2.5 ใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบก้านเหล็กตรวจวัดอุณหภูมินมโรงเรียน 21
2.6 รูปแบบการจัดเรียงตะกร้าผลิตภัณฑ์เพื่อให้อากาศเย็นหมุนเวียนภายในห้องเย็นได้อย่างทั่วถึง 23
2.7 ภาระความร้อนภายนอกที่กระทำต่อตู้ห้องเย็นรถบรรทุกขนส่งสินค้า 26
2.8 วงจรระบบทำความเย็น 27
2.9 แสดงโครงสร้างภายในของคอมเพรสเซอร์แบบสวอชเพลต 28
2.10 แสดงหลักการทำงานของคอมเพรสเซอร์แบบสวอชเพลต 29
2.11 แสดงลักษณะโครงสร้างของคอนเดนเซอร์ 30
2.12 แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของรีซีฟเวอร์ 31
2.13 ส่วนประกอบของเอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว 31
2.14 แสดงระยะห่างของครีบอีวาโปเรเตอร์ 32
4.1 จำนวนประชากรในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2536 – 2554 55
4.2 แนวโน้มของจำนวนประชากรไทยในอนาคตในปีพ.ศ.2555 – 2564 โดยใช้ โปรแกรม Minitab 14 57
4.3 สำนักงานและโรงงานกิจการผลิตเครื่องทำความเย็น 58
4.4 เส้นทางจากถนนวิภาวดีรังสิต (จุด A) เข้าสู่ที่ตั้งสำนักงานและโรงงานผลิตเครื่องทำเย็น (จุด B) 59

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.5 การพยากรณ์แนวโน้มปริมาณการขายเครื่องทำความเย็นสำหรับ รถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียนในอนาคต ในปี พ.ศ. 2555 – 2564 โดยใช้โปรแกรม Minitab 14 63
4.6 ตำแหน่งโครงสร้างเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน 72
4.7 อุปกรณ์หลักของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียนและวงจรการไหลเวียนของสารทำความเย็น 73
4.8 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน 75
4.9 ตำแหน่งการติดตั้งคอมเพรสเซอร์ของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน 76
4.10 ตำแหน่งการติดตั้งคอนเด็นเซอร์และรีซีฟเวอร์ของเครื่องทำความเย็น สำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน 76
4.11 ตำแหน่งการติดตั้งอีวาโปเรเตอร์และเอ็กซ์แพนชั่นวาล์วของเครื่องทำความเย็น สำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน 77
4.12 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทำความเย็น - สำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน 77
4.13 รถบรรทุกขนาด 1 ตัน ติดตั้งเครื่องทำความเย็นเพื่อขนส่งนมโรงเรียน 78
4.14 แบบตำแหน่งติดตั้งอีวาโปเรเตอร์ (จุดสีแดง) 79
4.15 แบบตำแหน่งติดตั้งคอนเด็นเซอร์ (จุดสีเหลือง) ท่อสารทำความเย็นและสายไฟฟ้า (จุดสีเทา) 80
4.16 แบบตำแหน่งติดตั้งท่อน้ำทิ้ง (จุดสีฟ้า) 81
4.17 กระบวนการผลิตเครื่องทำความเย็น 82
4.18 ใบรายการตรวจสอบ (Check Sheet) การติดตั้งเครื่องทำความเย็น 88
4.19 เส้นวิกฤติและระยะเวลาการผลิตเครื่องทำความเย็น 1 เครื่อง จากโปรแกรม WinQSB 90

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.20 แผนภูมิเครือข่ายงานการผลิตเครื่องทำความเย็น 1 เครื่อง จากโปรแกรม WinQSB.... 90
4.21 โครงสร้างผนังตู้ห้องเย็นแบบ Sandwich Panel..... 93
4.22 โครงสร้างพื้นตู้ห้องเย็น..... 93
4.23 ขนาดตู้ห้องเย็นรถขนส่งนมโรงเรียน..... 94
4.24 เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ Midi Logger GL200..... 94
4.25 แผนผังตำแหน่งติดตั้งสายเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 8 ตำแหน่ง - สายเซนเซอร์ NO.1 - NO.8 วัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆบนตู้ห้องเย็นดังนี้..... 95
4.26 สายเซนเซอร์วัดอุณหภูมิภายนอกตู้ห้องเย็น (Ambient)..... 96
4.27 เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ Midi Logger GL200 ทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) ทั้งหมด 8 ตำแหน่ง..... 96
4.28 กราฟทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) เครื่องทำความเย็นของรถขนส่งนมโรงเรียน แสดงอุณหภูมิในช่วงเวลาการทำงานของเครื่องทำความเย็น..... 96
4.29 กราฟทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) เครื่องทำความเย็นของรถขนส่งนมโรงเรียน แสดงอุณหภูมิในช่วงเวลาการทำงานของเครื่องทำความเย็น..... 98
4.30 กราฟทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) เครื่องทำความเย็นของรถขนส่งนมโรงเรียน แสดงอุณหภูมิ 19.1 °C ณ ตำแหน่ง Inlet เวลา 15.07 น. 99
4.31 กราฟทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) เครื่องทำความเย็นของรถขนส่งนมโรงเรียนแสดงอุณหภูมิ 10.9°C ณ ตำแหน่ง Inlet เวลา 15.27 น. 99
4.32 กราฟทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) เครื่องทำความเย็นของรถขนส่งนมโรงเรียนแสดงอุณหภูมิ 10.9°C ณ ตำแหน่ง Inlet เวลา 15.27 น. 100
4.33 กราฟทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) เครื่องทำความเย็นของรถขนส่งนมโรงเรียนแสดงอุณหภูมิ 4.3°C ณ ตำแหน่ง Inlet เวลา 16.07 น. 100
4.34 กราฟแสดงลักษณะการลดอุณหภูมิตามระยะเวลามาตรฐานของเครื่องทำความเย็นประเทศญี่ปุ่น..... 101
4.35 โครงสร้างองค์กร..... 104

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน
ชื่อผู้เขียน วรัมพร พรเลิศรังสรรค์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. ศุภรัชชัย วรรัตน์
สาขาวิชา จัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา 2554

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน โดยวิเคราะห์ด้านการตลาด ด้านเทคนิควิศวกรรม ด้านการบริหาร และด้านการเงิน รวมถึงพยากรณ์แนวโน้มตลาดโดยโปรแกรมทางวิศวกรรม บทสัมภาษณ์ข้อมูลการขายเครื่องทำความเย็นขายเครื่องทำความเย็นนำเข้าของบริษัทแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพฯ และบริษัทที่ผลิตเครื่องทำความเย็นเพื่อขนส่งนมโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรสาครเป็นฐานข้อมูลการพยากรณ์

ผลการวิเคราะห์พบว่า ระยะเวลาการผลิตเครื่องทำความเย็น 1 เครื่องใช้เวลา 305 นาที ด้านการเงิน ประกอบด้วยเงินลงทุนเริ่มต้นของโครงการ 6,340,069 บาท ต้นทุนการผลิต ซึ่งแบ่งออกเป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร 1,696,527 บาท/ปี และ 2,974,573 บาท/ปี ตามลำดับ และอัตราผลตอบแทนของโครงการนี้ในระยะเวลา 10 ปี จะได้อัตราผลตอบแทนภายใน 24.77 % และมีจุดคุ้มทุนที่ 4.95 ปี หรือประมาณ 59 เดือน หรือผลิตเครื่องทำความเย็นจำนวน 654 เครื่อง จากผลการศึกษาความเป็นไปได้ทั้ง 4 ด้านพบว่า มีความคุ้มค่าในการลงทุน

Thesis Title	A Feasibility Study on the Investment of Freezer Producing for one ton Truck to Transport School Milk
Author	Varumporn Pornlerdrungson
Thesis Advisor	Asst. Prof. Suparatchai Vorarat, Ph. D.
Department	Engineering Management
Academic Year	2011

ABSTRACT

The purpose of this research is to study the feasibility of investment in freezer producing for one ton truck to dispatch the school milk by analyzing in the perspective of Marketing, Engineering, Administrative, Financial including to forecast the market trend using engineering program as principle tool. The interviewing information from both importers in Bangkok and Samutsakhon, which are the freezer manufacturers for cooling the school milk, was been taken as database of the forecasting.

The result of this study shows that time period of a freezer producing is about 305 minutes. In the aspect of financial, cost of starting project is at 6,340,069 baht while its production cost was divided to fixed costs at 1,696,527 baht per annum and variable cost at 2,974,573 baht per annum by ranking. The rate of return of this project within ten years will be at 24.77 %. The break even point will be in the year at 4.95 or 59 months onward or freezer producing at 654 units, respectively. The summary of this study after analyzed on four fundamental factors found that the project was worth for investment.

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการขนส่งสินค้าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในทุกภาคการผลิตและจัดจำหน่ายสินค้า ซึ่งระบบการขนส่งในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นระบบขนส่งทางบก การขนส่งสินค้าทางถนนเป็นรูปแบบการขนส่งที่ได้รับความนิยมใช้ขนส่งสินค้าภายในประเทศมากที่สุด โดยข้อมูลปีพ.ศ.2547 ของกระทรวงคมนาคม พบว่าปริมาณการขนส่งสินค้าที่ใช้การขนส่งทางถนนมีประมาณ 435 ล้านตันหรือคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 88 ของการขนส่งสินค้าในประเทศทั้งหมด และเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 2.26 ต่อปี นับตั้งแต่ปีพ.ศ.2543 เป็นต้นมาโดยใช้รถบรรทุกขนาดต่างๆเป็นยานพาหนะ เนื่องจากมีเส้นทางคมนาคมในประเทศที่ดีสามารถเดินทางได้อย่างสะดวกสบาย และเชื่อมต่อถึงกันในแต่ละจังหวัด เพื่อให้การดำเนินการจัดส่งสินค้าจากผู้ผลิตถึงผู้จำหน่ายได้อย่างไรก็ตามประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมวัตถุดิบและผลิตผลที่ได้จากการเกษตรจึงมีจำนวนมาก เช่น พืชไร่ พืชสวน ผลไม้ตามฤดูกาล น้ำนมจากฟาร์มโคนม ฯลฯ รูปแบบรถขนส่งสินค้าแบบระบบปิดจะมีตู้บรรทุกสินค้าอยู่ 2 ประเภทประเภทที่หนึ่งตู้แห้ง (รูปที่ 1.1) สำหรับบรรทุกสินค้าที่ไม่จำเป็นต่อการควบคุมอุณหภูมิความชื้นและการไหลเวียนของอากาศ เช่น เฟอร์นิเจอร์ อุปกรณ์ที่ใช้ในครัวเรือนฯลฯ และประเภทที่สองตู้ห้องเย็น (รูปที่ 1.2) สำหรับบรรทุกสินค้าที่จำเป็นต่อการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และการไหลเวียนของอากาศ เช่น นมผัก ผลไม้ ฯลฯ ล้วนแต่มีความต้องการการลดอุณหภูมิ ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกของการจัดการอุณหภูมิทำให้ผลิตผลมีอายุการวางจำหน่ายนานขึ้น และสามารถรักษาคุณภาพไว้ได้รถบรรทุกสินค้าที่มีตู้ห้องเย็นและเครื่องทำความเย็น เรียกว่า รถห้องเย็น การนำวัตถุดิบหรือสินค้าเหล่านี้ขนส่งเพื่อนำไปแปรรูปหรือขนส่งไปยังผู้บริโภคตามสถานที่ต่างๆ ปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อคุณภาพความสดของสินค้าขณะขนส่ง นั่นคือ อุณหภูมิ ซึ่งภูมิประเทศของประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น ประกอบกับระยะทางการขนส่งและความร้อนจากสินค้าขนส่ง จึงทำให้ระบบขนส่งประสบปัญหาการควบคุมอุณหภูมิขณะขนส่งสินค้า ระบบขนส่งจึงควรมีการควบคุมระดับอุณหภูมิได้ดีและเหมาะสมต่อสินค้าแต่ละชนิดให้คงคุณภาพความสดของสินค้านั้นๆไว้ได้ในระยะยาว

รูปที่ 1.1 ตู้แห้งสำหรับบรรทุกเฟอร์นิเจอร์

ที่มา: http://umsdenso.siamvip.com
(บริษัท สหมณฑลเซอร์วิสเซ็นเตอร์ จำกัด, 2555, มกราคม)

การเก็บรักษาเป็นการปรับปัจจัยต่างๆรอบผลิตผลเพื่อให้ผลิตผลมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด และในขณะเดียวกันสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เข้าทำลายผลิตผลนั้น ปัจจัยที่สำคัญที่สุดในกรณีนี้ได้แก่ อุณหภูมิ ทั้งนี้เพราะการเปลี่ยนแปลงต่างๆภายในผลิตผล ดังนั้นการเก็บรักษาผลิตผลทุกชนิดจึงควรเก็บรักษาไว้ในสภาพที่อุณหภูมิต่ำไม่ก่อให้เกิดอันตรายหรือก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ นอกจากสินค้าประเภทนม ผัก ผลไม้ผลิตผลและวัตถุดิบต่างๆที่ใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อการเก็บรักษาคุณภาพ สินค้าประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ทนความร้อนหรือหากได้รับความร้อนอาจเกิดผลกระทบต่อวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องมือนั้นๆ กล้วยไม้และพันธุ์ไม้นานาพันธุ์ซึ่งตลอดเส้นทางการขนส่งสินค้าอุณหภูมิที่สูงภายในตู้ขนส่งและอุณหภูมิภายนอกจะเป็นตัวกระตุ้นและเร่งกระบวนการเมทาบอลิซึม ทำให้ผลิตผลมีระยะเวลาคงคุณภาพที่สั้นลง หากระยะทางการขนส่งมีระบบที่ซับซ้อนและใช้เวลานาน อาจทำให้ผลิตผลหรือสินค้าต่างๆเกิดความเสียหาย รวมถึงยารักษาโรค กรณียาทั่วไปที่ไม่ระบุการเก็บรักษาเป็นพิเศษ ให้เก็บยาที่อุณหภูมิห้องบริเวณที่ไม่ร้อน อุณหภูมิประมาณ 18 – 25 องศาเซลเซียส และไม่มีแสงแดดส่อง ห้ามทิ้งยาไว้ในรถยนต์เพราะเมื่อจอดกลางแดด แม้เพียงไม่นานอุณหภูมิในรถยนต์จะร้อนมากทำให้ยาเสื่อมได้ง่าย ตัวยาหลายชนิดเมื่อเจอความชื้นตัวยาจะเกิดการสลายตัว และยาเม็ดส่วนใหญ่เมื่อโดนความชื้น

จะส่งผลให้ฤทธิ์การรักษาของยาไม่เป็นไปตามที่ต้องการ จึงไม่ควรเก็บยาในบริเวณที่มีความชื้นสูง จะเห็นได้ว่าสินค้าประเภทต่างๆล้วนแต่ต้องการการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และการไหลเวียนของอากาศระบบขนส่งทางบกจึงควรมีตู้ห้องเย็นและเครื่องทำความเย็นรถบรรทุกขนส่งที่มีประสิทธิภาพ

รูปที่ 1.2 ตู้ห้องเย็นสำหรับบรรทุกผักสด

ที่มา: http://umsdenso.siamvip.com

(บริษัท สหมณฑลเซอร์วิสเซ็นเตอร์ จำกัด, 2555, มกราคม)

ปัญหาด้านระบบการขนส่งที่พบในประเทศไทยส่วนใหญ่ คือ สินค้าเกิดความเสียหายขณะขนส่ง ขาดการควบคุมอุณหภูมิที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งประเทศไทยประสบปัญหานมโรงเรียนเน่าบูดตั้งแต่เริ่มจัดตั้งโครงการอาหารเสริม (นม) หรือโครงการนมโรงเรียนเมื่อปีพ.ศ.2535 ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 267 พ.ศ.2545 ว่าด้วยเรื่องผลิตภัณฑ์นมโดยเฉพาะมีการกำหนดให้นมที่ผ่านวิธีพาสเจอร์ไรส์ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน8องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาหลังการบรรจุจนถึงมือผู้บริโภคแต่ยังคงเกิดปัญหานมโรงเรียนเน่าบูดทุกๆปีจนส่งผลเสียทางเศรษฐกิจโดยภาพรวม ดังเช่นเหตุการณ์ปัญหานมโรงเรียนเน่าบูดใน ปี พ.ศ.2548 สถาบันวิจัยโภชนาการ เคยสำรวจการเก็บรักษานมโรงเรียนของกลุ่มสหกรณ์โคนมจังหวัดนครปฐม กลุ่มสหกรณ์โคนมสอยดาว จังหวัดจันทบุรี พบว่า ระบบการจัดเก็บนมมีช่องโหว่ที่ก่อให้เกิดปัญหานมโรงเรียนขาดคุณภาพ เนื่องจากพบว่านมพาสเจอร์ไรส์มีการเก็บรักษาไม่ได้มาตรฐานตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กำหนด ส่งผลให้เด็กเกิดโรคท้องร่วงท้องเสียได้ ซึ่งองค์การอนามัยโลกเคยระบุไว้ว่าในแต่ละปีเด็ก 1.8 ล้านคนต้องตายจากโรคท้องร่วง ซึ่งปัญหาที่เกิด

เป็นผลเสียและอันตรายมากสำหรับเด็ก ต่อมาปี พ.ศ.2552 สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กล่าวว่าถึงผลการตรวจสอบนมโรงเรียนที่จังหวัดนครราชสีมา พบว่ามีเชื้อแบคทีเรีย ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากการจัดเก็บนมนั้นมีความแตกต่างในเรื่องอุณหภูมิ ซึ่งตามมาตรฐานต้องไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส แต่เบื้องต้นพบว่าส่วนบนถังแช่ที่จัดเก็บมีอุณหภูมิอยู่ที่ 18 – 19 องศาเซลเซียส ขณะที่ด้านล่างถังแช่มีอุณหภูมิที่ 8 องศาเซลเซียส สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นโดยร้อยละ 74 มีการขนส่งและเก็บรักษานมผิดวิธี โดยเฉพาะเรื่องความเย็นควบคุมอุณหภูมินม การขนส่งนมใช้ถังพลาสติกแช่นมที่ใช้น้ำแข็งในการควบคุมอุณหภูมินม (รูปที่1.3) จึงอาจเกิดจากอุณหภูมิจัดเก็บที่มีความเย็นไม่ทั่วถึง

รูปที่ 1.3 การขนส่งและเก็บรักษานมโดยใช้ถังพลาสติกแช่นมที่ใช้น้ำแข็งในการควบคุมอุณหภูมินมอย่างผิดวิธี

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

ในปี พ.ศ.2553 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์มีหลักเกณฑ์การดำเนินการนมโรงเรียนในรูปแบบใหม่เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพและมาตรฐานนมโรงเรียน คือ การทำนมพาสเจอร์ไรส์จะต้องมีระบบขนส่งนมโดยใช้รถห้องเย็น ต่างจากเดิมที่ขนส่งโดยใช้ถังพลาสติกแช่เย็น วิธีนี้จะทำให้หมดปัญหาเรื่องนมบูดเน่าลงได้ ต่อมาได้เกิดกรณี ผู้ปกครองนักเรียน จังหวัดน่าน โรงเรียนบ้านน้ำยาว โรงเรียนบ้านทุ่งเฮา และโรงเรียนบ้านไร่แจ้งร้องเรียนสำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภคในปีพ.ศ.2554 ดังรูปที่ 1.4 เนื่องจากประสบปัญหานมโรงเรียนมีลักษณะคล้ายบูดเสีย มีกลิ่นเหม็น ส่งผลให้มีเด็กนักเรียนที่ดื่มเข้าไปเกิดอาการท้องเสียซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นนี้มีสาเหตุมาจาก

การควบคุมอุณหภูมินมไม่ได้มาตรฐานตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กำหนด ได้นำตัวอย่างนมโรงเรียนกว่า 50 กล่องเข้าร้องเรียนกับเจ้าหน้าที่งานคุ้มครองผู้บริโภคจังหวัดน่าน

รูปที่ 1.4 ตัวแทนผู้ปกครองนักเรียนทั้ง3โรงเรียนจากจังหวัดน่าน

ที่มา: http://www.manager.co.th/Local/ViewNews.aspx?NewsID=9540000124697
(ผู้จัดการออนไลน์, 2555, มกราคม)

ณ ปัจจุบันปัญหานี้ยังคงเกิดขึ้นเรื่อยๆ ด้วยสาเหตุของการขนส่งนมโรงเรียนโดยใช้รถห้องเย็นมีต้นทุนสูงกว่าการโดยใช้ถังพลาสติกแช่นม ทั้งราคาตู้ห้องเย็นที่เป็นฉนวนกันความร้อนและราคาเครื่องทำความเย็นที่สามารถควบคุมระดับอุณหภูมิตามที่กำหนดและคงทนต่อการใช้งานมีราคาสูง เนื่องจากเครื่องทำความเย็นที่นิยมใช้ติดตั้งกับตู้ห้องเย็นของรถบรรทุกสินค้าและมีคุณภาพดังกล่าว ใช้วัสดุอุปกรณ์ในการผลิตที่มีมาตรฐานและนำเข้าจากต่างประเทศ

จากประเด็นปัญหาและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวทางควบคุมคุณภาพและมาตรฐานนมโรงเรียนตามหลักเกณฑ์ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยพัฒนาการขนส่งรูปแบบเดิมที่ใช้ถังพลาสติกแช่นมและใช้น้ำแข็งในการควบคุมอุณหภูมิ เป็นการขนส่งรูปแบบใหม่ที่ใช้รถห้องเย็น ซึ่งประกอบด้วยตู้ห้องเย็นและเครื่องทำความเย็น โดยทำการศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน ดังนี้การวิเคราะห์ด้านการตลาด การวิเคราะห์ด้านเทคนิควิศวกรรม การวิเคราะห์ด้านการบริหาร และการวิเคราะห์ด้านการเงิน เพื่อผลิตเครื่องทำความเย็นและตรวจสอบคุณภาพโดยการทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) ของเครื่องทำความเย็นโดยเปรียบเทียบกับเครื่องทำความเย็นของ

ประเทศญี่ปุ่น เพื่อตรวจวัดการลดอุณหภูมิภายในตู้ห้องเย็นที่มีอุณหภูมิมากกว่าหรือเท่ากับอุณหภูมิภายนอกตู้ห้องเย็นในระยะเวลาตามมาตรฐานประเทศญี่ปุ่นสามารถลดปัญหานมโรงเรียนเน่าบูดขณะขนส่ง ควบคุมอุณหภูมิการเก็บรักษานมได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ทำให้นมโรงเรียนมีคุณภาพดีตั้งแต่การขนส่งออกจากโรงงานจนถึงโรงเรียน และลดต้นทุนการผลิตเครื่องทำความเย็นทำให้การติดตั้งเครื่องทำความเย็นมีราคาขายต่ำลง การขนส่งนมโรงเรียนโดยรถห้องเย็นมีจำนวนมากขึ้นอาจส่งผลให้การขนส่งสินค้าโดยรถห้องเย็นใช้เครื่องทำความเย็นที่ผลิตในประเทศไทยจำนวนมากขึ้นและส่งเสริมการพัฒนาเครื่องทำความเย็นที่ผลิตในประเทศไทยให้มีศักยภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะส่วนของการผลิตเครื่องทำความเย็นเท่านั้น
2. ระบบทำความเย็นเป็นระบบแยกส่วนจากระบบปรับอากาศภายในห้องโดยสาร
3. ใช้สารทำความเย็น R-134a
4. ระบบไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานของระบบทำความเย็นเป็นไฟฟ้ากระแสตรง
5. ระดับความเร็วพัดลมคอนเด็นเซอร์และพัดลมอีวาโปเรเตอร์ มีเพียงระดับเดียวเท่านั้น
6. ตู้ห้องเย็นมีขนาดความจุภายในตู้ 5 ลูกบาศก์เมตร ใช้ฉนวนกันความร้อนโพลียูรีเทนโฟมติดตั้งบนรถบรรทุกขนส่งสินค้าขนาด 1 ตัน

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ลดปัญหานมโรงเรียนเน่าบูดขณะขนส่ง
2. เป็นแนวทางลดการขนส่งโดยใช้ถังพลาสติกแช่นมโรงเรียน
3. ลดต้นทุนของเครื่องทำความเย็นอุณหภูมิต่ำในรถบรรทุกขนส่งสินค้าขนาด 1 ตัน
4. เป็นต้นแบบของเครื่องทำความเย็นอุณหภูมิต่ำที่ใช้กับรถขนส่งสินค้า
5. สร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้เลือกใช้เครื่องทำความเย็นที่ผลิตในประเทศไทย
6. ส่งเสริมการใช้เครื่องทำความเย็นที่ผลิตในประเทศไทย
7. ใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถขนส่งสินค้าขนาดใหญ่

1.5 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	รายการ	พ.ศ.2555																			
		มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน				พฤษภาคม			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	การเตรียมการวิจัย																				
	1.1 สำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง																				
	1.2 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง																				
2	ศึกษาและออกแบบภาพรวมของระบบ																				
	2.1 ศึกษาการวางระบบทำความเย็นในรถยนต์																				
	2.2 วิเคราะห์อุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในระบบ																				
3	ดำเนินการวิจัย																				
4	วิเคราะห์ผลและข้อมูลที่ได้จากการวิจัย																				
5	สรุปผลการวิจัย																				
6	ทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์																				
7	ส่งตีพิมพ์วิทยานิพนธ์																				

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในครั้งนี้ เป็นการศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนส่งนมโรงเรียน ในบทนี้จะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับแนวคิด และทฤษฎี รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 แนวคิดเรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study)

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility Study) หมายถึง การศึกษาเพื่อต้องการทราบผลที่จะเกิดขึ้นจากการดำเนินตามโครงการนั้น โดยพิจารณาจากการศึกษาด้านการตลาด ด้านวิศวกรรมและด้านการเงินของโครงการเป็นหลัก ทั้งนี้เพื่อช่วยการประกอบการตัดสินใจของผู้ที่คิดจะลงทุนในโครงการนั้นๆ ในการศึกษาดังกล่าวจะต้องบอกรายละเอียดและวิเคราะห์สิ่งที่จำเป็นที่เกี่ยวเนื่องกับการผลิตรวมทั้งทางเลือกอื่นๆของการผลิตด้วย นอกจากนี้ต้องระบุกำลังการผลิตและสถานที่ตั้งของโครงการที่เหมาะสม การใช้เทคโนโลยีในการผลิตแบบใด มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนและดำเนินกิจการเพียงไร ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลตอบแทนการลงทุนให้มากที่สุด (จันทนา จันทโรและคณะ, 2536: 2)

2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

วิธีการศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียนประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการตลาด ด้านเทคนิควิศวกรรม ด้านการบริหาร และด้านการเงิน ซึ่งทฤษฎีที่จะใช้ในการวิเคราะห์มีดังนี้

2.2.1 ด้านการตลาด

การศึกษาด้านการตลาดนี้ถือเป็นเครื่องมือที่ช่วยลดความเสี่ยงภัยและความไม่แน่นอนในการตัดสินใจลงทุนในโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะการศึกษาด้านการตลาดจะศึกษาลงลึกถึงรายละเอียดที่ทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลประกอบการตัดสินใจอย่างมีหลักเกณฑ์และเชื่อถือได้

2.2.1.1 การวิเคราะห์การแข่งขันของธุรกิจ

การวิเคราะห์การแข่งขันของธุรกิจ เป็นสิ่งที่ทำให้ทราบถึงภาวะของธุรกิจ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพิจารณากลยุทธ์ขององค์กร สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์การแข่งขัน คือ Five-Forces Model โมเดลนี้ได้ถูกนำเสนอโดย Michael E. Porter ซึ่งได้เคยกล่าวไว้ว่า สภาวะการ

ดำเนินงานขององค์กรธุรกิจจะขึ้นอยู่กับสภาวะการแข่งขันในอุตสาหกรรมที่องค์กรธุรกิจนั้นอยู่ ซึ่งขึ้นกับปัจจัยที่สำคัญ 5 ประการ หรือที่เรียกว่า Five-Forces Model ความเข้มแข็งของปัจจัยทั้ง 5 ประการ จะเป็นตัวบ่งบอกถึงโอกาสในการได้กำไรของธุรกิจภายในอุตสาหกรรมนั้นๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงส่วนประกอบย่อยๆของแต่ละปัจจัยอย่างละเอียดเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ถึงโอกาสและความเสี่ยงของอุตสาหกรรมนั้นๆได้ ปัจจัยทั้ง 5 ประการ สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1) ข้อจำกัดในการเข้าสู่อุตสาหกรรมของคู่แข่งขันใหม่ (Threat of New Entrants)

การเข้าสู่อุตสาหกรรมของคู่แข่งรายใหม่จะทำให้เกิดการแข่งขันที่สูงขึ้นในอุตสาหกรรม ซึ่งอาจส่งผลกระทบให้ผู้ที่อยู่ในอุตสาหกรรมรายเดิมประสบปัญหาได้ ดังนั้นยิ่งมีข้อจำกัดในการเข้าสู่อุตสาหกรรมของคู่แข่งรายใหม่มากเท่าใดก็จะยิ่งเป็นผลดีต่อผู้ที่อยู่ในอุตสาหกรรมอยู่แล้วมากเท่านั้น โดยปัจจัยที่เป็นข้อจำกัดประกอบด้วย

1.1) การประหยัดเนื่องจากขนาด
1.2) ความแตกต่างของสินค้าและบริการ
1.3) เงินลงทุน
1.4) ต้นทุนในการปรับเปลี่ยนไปใช้สินค้าอื่น
1.5) การเข้าถึงช่องทางการจำหน่าย
1.6) ความเสียเปรียบด้านต้นทุน
1.7) นโยบายของรัฐบาล

2) ความรุนแรงของการแข่งขันภายในอุตสาหกรรม (Bargaining Power of Suppliers)

การแข่งขันที่รุนแรง ไม่เป็นผลดีต้อผู้ประกอบการที่อยู่ในอุตสาหกรรม เพราะนั่นหมายถึงส่วนแบ่งตลาดที่ลดลง นอกจากนี้การแข่งกันลดราคาก็จะนำไปสู่การลดลงของ margin และผลกำไรที่จะต้องหดหายไปในที่สุด ซึ่งปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดความรุนแรงของการแข่งขันนั้น มีดังต่อไปนี้

2.1) จำนวนคู่แข่งขันในอุตสาหกรรม
2.2) อัตราการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรม
2.3) มูลค่าของต้นทุนคงที่
2.4) ความเหมือนหรือความต่างของสินค้าและบริการ
2.5) ข้อจำกัดในการออกจากอุตสาหกรรม

2.6) ความแตกต่างทางพื้นฐานของการแข่งขัน

2.7) โครงสร้างการแข่งขันในอุตสาหกรรม

3) ความเสี่ยงจากสินค้าทดแทน (Threat of Substitute Products or Services)

ปัจจัยที่ส่งเสริมให้ผู้ผลิตทำการค้นหาสินค้าอื่นมาทดแทน ได้แก่ ต้นทุนราคาสินค้าที่ต่ำกว่า คุณภาพสินค้าที่ผลิตได้มีประสิทธิภาพมากกว่า และสามารถให้ผลตอบแทนที่สูงขึ้น หรือสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่อาจแปรเปลี่ยนไปจากความต้องการแบบเดิม ดังนั้นจึงก่อให้เกิดการแข่งขันในด้านการตัดราคาหรือเป็นการแข่งขันด้านการปรับปรุงคุณภาพสินค้าหรือบริการให้เหนือกว่าเพื่อสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งหากลูกค้าตอบสนองต่อสินค้าที่ผลิตขึ้นมาเพื่อทดแทนกันได้ก็จะทำให้ผู้ผลิตอยู่ในฐานะที่จะกำหนดราคาในระดับที่ให้กำไรสูงได้ จนทำให้คู่แข่งรายอื่นๆ ทำการแข่งขันด้านราคาหรือเปลี่ยนกลยุทธ์ในการคิดค้นหาวิธีผลิตสินค้าที่จะมาทดแทนในรูปแบบใหม่บ้าง

4) อำนาจต่อรองของผู้ซื้อ (Bargaining Power of buyers)

ผู้ซื้อจะสร้างแรงกดดันให้ผู้ขายจนทำให้ต้องลดราคาให้ถูกลง ปรับคุณภาพสินค้าหรือบริการให้ดีขึ้น ซึ่งผู้ซื้อจะมีอิทธิพลเหนือผู้ขาย

5) อำนาจต่อรองของผู้ขายวัตถุดิบหรือซัพพลายเออร์ (Bargaining Power of Suppliers)

ผู้ค้าวัตถุดิบสามารถสร้างแรงกดดันต่อผู้ประกอบธุรกิจในอุตสาหกรรมด้านการปรับระดับราคาให้สูงขึ้นหรือปรับลดคุณภาพสินค้าหรือบริการให้ต่ำลง ซึ่งจะทำให้ผู้ประกอบธุรกิจต้องเสียกำไรไปจากการที่วัตถุดิบมีราคาสูงขึ้น

2.2.1.2 การวิเคราะห์ส่วนประสมการตลาด (Marketing mix)

ส่วนประสมการตลาด หมายถึง เครื่องมือทางการตลาดที่สามารถควบคุมได้ ซึ่งกิจการผสมผสานเครื่องมือเหล่านี้ให้สามารถตอบสนองความต้องการและสร้างความพึงพอใจให้แก่กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย ส่วนประสมการตลาดประกอบด้วยทุกสิ่งทุกอย่างที่กิจการใช้ เพื่อให้มีอิทธิพลโน้มน้าวความต้องการผลิตภัณฑ์ของกิจการ ส่วนประสมการตลาดแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ 4 กลุ่ม ดังที่รู้จักกันว่าคือ “4Ps” อันได้แก่ผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) การจัดจำหน่าย (Place) และการส่งเสริมการตลาด (Promotion) (Philip Kotler, Gary Armstrong อ้างใน วารุณี ตันติวงศ์วาณิช และคณะ, 2545: 43)

1) กลยุทธ์ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่ธุรกิจพัฒนาและผลิตขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้เกิดความพึงพอใจสูงสุด ซึ่งจะรวมไปถึงตราสินค้า การบรรจุหีบห่อ การรับประกัน คุณภาพผลิตภัณฑ์ กลยุทธ์การตลาด

2) กลยุทธ์ด้านราคา (Price) คือ การกำหนดมูลค่าของผลิตภัณฑ์ โดยธุรกิจต้องกำหนดราคาให้อยู่ในระดับที่ลูกค้าสามารถซื้อได้ การกำหนดราคานั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันในระดับที่ธุรกิจยังคงมีกำไรและลูกค้าสามารถซื้อได้ ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อกำหนดนโยบาย กลยุทธ์ด้านราคา เช่น ราคาพื้นฐาน ส่วนลดการค้า ระยะเวลาในการให้สินเชื่อ ค่าขนส่ง

3) กลยุทธ์ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) เป็นการจัดการเกี่ยวกับการอำนวยความสะดวกในการซื้อสินค้าของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายให้มีความสะดวกสบายสูงสุด ด้วยการนำสินค้าและบริการไปส่งมอบให้กับลูกค้าภายในเวลาที่ต้องการ ซึ่งมีรูปแบบที่แตกต่างกันตามลักษณะของสินค้า พฤติกรรมของลูกค้า สถานที่ตั้งของธุรกิจ โดยจะศึกษาเส้นทางการเคลื่อนย้ายของผลิตภัณฑ์ไปยังตลาด โดยการออกแบบช่องทางการจัดจำหน่ายที่เหมาะสม กำหนดคนกลาง พิจารณาทำเลที่ตั้ง ควบคุมสินค้าคงเหลือ ระบบการจัดเก็บสินค้า

4) กลยุทธ์ด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) คือ การกำหนดแนวทางในการสื่อสารไปยังกลุ่มลูกค้าเป้าหมายเกี่ยวกับสินค้าและบริการ ราคา และข้อมูลอื่นๆของสินค้า โดยมุ่งให้เกิดการตัดสินใจซื้อ ด้วยการศึกษาส่วนประสมการส่งเสริมการตลาด (Promotion Mix) ได้แก่ การโฆษณา การประชาสัมพันธ์ การส่งเสริมการขาย การตลาดทางตรง และการใช้พนักงานขาย (ศิวฤทธิ์ พงศกรรังศิลป์, 2547: 14-15)

2.2.2 ด้านเทคนิควิศวกรรม

การศึกษาทางด้านเทคนิควิศวกรรมนั้นเป็นไปเพื่อคัดเลือกขบวนการผลิต แบบและขนาดของอุปกรณ์การผลิต บริษัทผู้จำหน่ายอุปกรณ์ สถานที่ตั้งโรงงาน การวางผังโรงงาน คุณลักษณะเฉพาะการสร้างอาคารและอุปกรณ์ที่ต้องติดตั้งพร้อมกับการสร้างอาคารวัตถุดิบและสาธารณูปโภค รวมทั้งแหล่งจ่ายวัตถุดิบและสาธารณูปโภค (จันทนา จันทโรและคณะ, 2536: 23)

การวิเคราะห์ด้านเทคนิควิศวกรรมจะบ่งบอกความเป็นไปได้ทางด้านการผลิตและเป็นพื้นฐานในการคาดคะเนต้นทุนของโครงการ นอกจากนี้ยังช่วยในการพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากทางเลือกทางด้านเทคนิควิศวกรรมต่างๆ ซึ่งควรพิจารณาหัวข้อดังต่อไปนี้

1) ด้านคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์

2) กระบวนการผลิต โดยแสดงรายละเอียดในรูปของแผนภูมิ และแสดงเหตุผลในการเลือกทางเลือกกระบวนการผลิตนั้น พิจารณาจากวัตถุดิบ การตรวจสอบสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากใบรายการตรวจสอบ (Check Sheet) และพิจารณาจากค่าใช้จ่ายในการผลิต

3) การทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2.2.3 ด้านการบริหาร

การบริหารเป็นสิ่งสำคัญต่อความสำเร็จของโครงการ เพราะการบริหารที่ดีจะช่วยให้มีการดำเนินงานตามโครงการอย่างมีประสิทธิภาพ จุดประสงค์หลักของการศึกษาด้านบริหารคือต้องการมีองค์บริหารที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งจะช่วยให้การดำเนินงานตามโครงการนั้นๆ ประสบผลสำเร็จ (จันทนา จันทโรและคณะ, 2536: 61)

การวิเคราะห์ด้านการบริหารสามารถบ่งบอกได้ถึง การบริหารในระยะดำเนินงาน ซึ่งประกอบด้วย รูปแบบขององค์กรธุรกิจ รูปแบบบริหารภายใน และการจ่ายค่าตอบแทน

2.2.4 ด้านการเงิน

การศึกษาด้านการเงิน เป็นการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินหรือวิเคราะห์ความสามารถในการทำกำไรของโครงการ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อเจ้าของโครงการ

2.2.4.1 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (BEP: Break – even Analysis)

การวิเคราะห์จุดคุ้มทนเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนคงที่ ต้นทุนแปรผันและกำไร โดยจะศึกษาหาจุดที่มูลค่าการขายคุ้มกับต้นทุนการผลิตทั้งสิ้น ผลของการวิเคราะห์จะทำให้ทราบว่าที่จุดคุ้มทุนจะมีปริมาณการขายเท่าไร มีราคาต่อหน่วยเป็นอย่างไร ดังนั้นถ้าต้องการดำเนินงานให้ได้กำไรจะต้องตั้งราคาให้สูงกว่าจุดคุ้มทุน หรือมิฉะนั้น ก็ตั้งราคาขายที่จุดคุ้มทุน แต่ขายให้ได้มากกว่าจุดคุ้มทุน เป็นต้น ในการคำนวณหาจุดคุ้มทุน จะใช้สมมุติฐานต่อไปนี้ คือ

1) ต้นทุนการผลิตถือเป็นฟังก์ชันหนึ่งของปริมาณการผลิต หรือของปริมาณการขาย (เพราะใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรร่วมกัน)

2) ปริมาณการผลิตเท่ากับปริมาณการขาย

3) ต้นทุนคงที่จะเท่าเดิมไม่ว่าจะผลิตในปริมาณเท่าไร

4) ต้นทุนแปรผันต่อหน่วยจะแปรตามปริมาณการผลิต และต้นทุนการผลิตทั้งสิ้นจะเปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนกับปริมาณการผลิต

5) ราคาขายต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์จะคงที่ทุกระดับการผลิต ดังนั้น มูลค่าการขายจะมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับราคาขายต่อหน่วยและปริมาณที่ขายได้

6) ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตหลายๆแบบนั้น จะไม่เพิ่มหรือลดรูปแบบอีก

ในโครงการจริงๆอาจจะเป็นไปตามสมมุติฐานเหล่านี้ ซึ่งจะมีผลทำให้การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเป็นไปไม่ได้ดีนัก อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน ก็นับได้ว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการประเมินผลโครงการ

<u>ความหมายของคำที่ใช้ในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน</u>

ต้นทุนคงที่ เป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่ได้แปรตามปริมาณการผลิต ได้แก่

1) ค่าเสื่อมและเงินหักล้าง
   1.1) เครื่องจักรอุปกรณ์การผลิต
   1.2) อาคารโรงงาน
   1.3) ไฟฟ้าท่อน้ำทิ้งติดตั้งในอาคารโรงงาน
   1.4) อาคารสำนักงาน
   1.5) ไฟฟ้า ท่อน้ำ ติดตั้งในสำนักงาน
   1.6) รั้ว ถนน ที่จอดรถ ที่เก็บวัตถุดิบ
   1.7) ครุภัณฑ์สำนักงาน
   1.8) รถบรรทุก
   1.9) ค่าใช้จ่ายก่อนดำเนินงาน
2) เงินเดือนค่าจ้างแรงงานด้านบริหารรวมสวัสดิการอื่นๆ
3) ค่าประกันอัคคีภัยอาคารโรงงาน
4) ค่าอัคคีภัยอาคารสำนักงาน
5) ดอกเบี้ยเงินกู้ธนาคาร
6) ค่าใช้จ่ายอื่นๆ

ต้นทุนผันแปร เป็นค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต ได้แก่

1) วัตถุดิบ
2) เงินเดือนค่าจ้างแรงงานฝ่ายผลิตรวมทั้งสวัสดิการอื่นๆ
3) ค่าใช้จ่ายในการผลิตอื่นๆ ซึ่งได้แก่
   3.1) ค่าชิ้นส่วนอะไหล่
   3.2) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง
   3.3) ค่าไฟฟ้า
   3.4) ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษา
   3.5) ค่าน้ำมันรถ
   3.6) ค่านายหน้า

การคำนวณหาจุดคุ้มทุน (จันทนา จันทโรและคณะ, 2532: 101) จากสมมุติฐานต่างๆ เขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

x = ปริมาณการผลิต (หรือปริมาณการขาย) ที่จุดคุ้มทุน

y = มูลค่าการขาย (= ต้นทุนการผลิต)

f = ต้นทุนคงที่

p = ราคาขายต่อหน่วย

v = ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย

ดังนั้น $y = px$

$y = f + vx$

$\therefore \quad px = f + vx$

$$x = \frac{f}{p - v} \qquad (2.1)$$

2.3 การศึกษาเกี่ยวกับโครงการอาหารเสริม (นม) หรือโครงการนมโรงเรียน

นมเป็นแหล่งสำคัญของแคลเซียมที่ช่วยให้เด็กมีความหนาแน่นของมวลกระดูกมากขึ้น พอเข้าสู่วัยรุ่น จะช่วยให้กระดูกยาวขึ้น ถ้าในวัยเด็กและวัยหนุ่มสาว ร่างกายเรามีการสะสมไว้เพียงพอ จะช่วยลดความเสี่ยงของโรคกระดูกพรุน กระดูกเปราะแล้วยังช่วยในเรื่องของฟันอีกด้วย แต่ถ้าใครมีไม่เพียงพอ จะทำให้เสี่ยงต่อโรคกระดูกเปราะได้ง่าย และโปรตีนในน้ำนมเกือบทั้งหมดประกอบด้วยสารอาหารโปรตีนอยู่ 19 ชนิด ซึ่งมีประโยชน์ต่อการสร้างเนื้อเยื่อ เลือด กระดูก และเอนไซม์ชนิดต่างๆ ในน้ำนมมีน้ำตาลที่มีชื่อว่า แล็คโตส (Lactose) ซึ่งช่วยในการเจริญเติบโตของสมอง และโปรตีนที่เรียกว่า เคซีน (Casein) จะพบในธรรมชาติคือในน้ำนมเท่านั้น นมจึงมีความสำคัญกับเด็กอย่างยิ่งโดยเฉพาะเด็กในช่วงก่อนเข้าวัยรุ่นและช่วงวัยรุ่น เพราะเป็นช่วงที่ร่างกายเจริญเติบโตเร็วมาก

2.3.1 ประวัติการจัดตั้งโครงการอาหารเสริม (นม) หรือโครงการนมโรงเรียน

โครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียน เป็นโครงการที่รัฐบาลจัดตั้งขึ้นเมื่อปีงบประมาณ 2535 เพื่อแก้ปัญหาการขาดสารอาหาร และภาวะทุพโภชนาการในเด็ก ด้วยเห็นว่า เด็กควรจะได้ดื่มนมซึ่งเป็นอาหารธรรมชาติที่มีความสมบูรณ์และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง อันจะส่งผลให้พัฒนาการด้านต่างๆของเด็กเป็นไปอย่างเต็มศักยภาพ ประกอบกับระยะเวลาดังกล่าว รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมให้สามารถขายน้ำนมดิบได้ และเป็นการส่งเสริมการใช้ผลผลิตภายในประเทศ จึงได้มีการส่งเสริมและสนับสนุนให้เด็กนักเรียนได้ดื่มนมอย่างจริงจัง โดยในระยะแรกได้จัดสรรงบประมาณเป็นค่าอาหารเสริม (นม) สำหรับเด็กก่อนชั้นประถมศึกษา

(อนุบาล 1 – 3) จนกระทั่งปี พ.ศ.2538 จึงจัดให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และขยายเป้าหมายให้นักเรียนได้ดื่มนมถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในปีพ.ศ.2542 จนถึงปัจจุบันตั้งแต่ปีงบประมาณ 2544 ได้ถ่ายโอนงบประมาณให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้ดำเนินการจัดซื้อและจัดส่งให้กับสถานศึกษา ตามพระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจ พ.ศ.2542 การจัดซื้อนมสำหรับโรงเรียน จึงเปลี่ยนจากการให้สถานศึกษาจัดซื้อเอง เป็นให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นดำเนินการจัดซื้อให้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาร่างกายของนักเรียนให้มีสุขภาพพลานามัยที่สมบูรณ์ แข็งแรงและมีน้ำหนัก ส่วนสูงเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข เพื่อเป็นการปลูกฝังการดื่มนมในเด็กและเยาวชน เป็นอาหารเสริมในการพัฒนาร่างกายและสติปัญญา และเพื่อสนับสนุนใช้น้ำนมดิบในโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมของรัฐบาล โดยมีเป้าหมายให้นักเรียนได้ดื่มนมที่มีคุณภาพอย่างต่อเนื่อง และเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมขายน้ำนมดิบได้ กำหนดเป้าหมายให้นักเรียนทุกคนตั้งแต่ชั้นอนุบาล 1 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้ดื่มนมที่มีคุณภาพตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขอย่างน้อย 200 มิลลิลิตร (ซีซี.) ต่อคนต่อวัน ระยะเวลา 230 วัน (เปิดทำการสอน 200 วันและช่วงปิดภาคเรียน 30 วัน) โดยจัดสรรงบประมาณในอัตราคนละ 5 บาทต่อวัน

ปัญหาและอุปสรรคการดำเนินงานในโรงเรียน ปัญหาการจัดสรรนมให้โรงเรียนไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน ส่วนมากมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นใช้ข้อมูลจำนวนนักเรียนจากปีการศึกษาที่ผ่านมาเป็นฐานการจัดสรร และเกิดปัญหาการจัดซื้อนม โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมักจะดำเนินการจัดซื้อนมในราคากลาง ขาดการต่อรองราคา โรงเรียนไม่สามารถเลือกนมที่มีคุณภาพเองได้ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นบางแห่งจัดซื้อไม่ตรงตามความต้องการของโรงเรียน และโรงเรียนที่อยู่ห่างไกล บางแห่งได้รับนมยูเอชที บางแห่งได้รับนมพาสเจอร์ไรส์ โดยการจัดส่งนม บางแห่งส่งล่าช้าในช่วงเปิดภาคเรียนใหม่ ล่าช้าประมาณ 1 – 2 สัปดาห์ ภาชนะจัดเก็บนม และสถานที่เก็บรักษานมไม่เพียงพอและเหมาะสม ความพึงพอใจการดื่มนมของนักเรียน นักเรียนไม่ชอบดื่มนมรสจืด และไม่มีการประสานงาน การประชุมเพื่อแก้ไขปัญหาระหว่างโรงเรียน

การแก้ปัญหานมทั้งระบบ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควรวางมาตรการเพื่อแก้ไขปัญหา โครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียน เพื่อให้สถานศึกษายึดถือเป็นแนวปฏิบัติ โดยจัดทำระบบข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แหล่งผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ที่ท้องถิ่นจะสามารถเลือกซื้อได้ สถิติ/ผลการตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพนม และคุณค่าน้ำนมของแต่ละแหล่งผลิต เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกซื้อของสถานศึกษา จำนวนนักเรียนที่รับบริการ นักเรียนนิยมดื่มนมชนิดใด รสใด น้ำหนักส่วนสูงก่อนดื่มเป็นอย่างไร เมื่อดื่มนมแล้วมีพัฒนาการ

ต่อเนื่องอย่างไร ค่านิยมการดื่มนมจืดมีปริมาณสูงขึ้นมากน้อยเพียงใด เป็นต้น รณรงค์ให้ความรู้ทางโภชนาการแก่นักเรียน ผู้ปกครอง ชุมชน โดยใช้โครงการนมเป็นเครื่องมือ เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้บริโภคที่ฉลาด สามารถศึกษาคุณค่าทางโภชนาการที่ได้รับ ให้สถานศึกษาจัดซื้อจัดจ้างตามสภาพของแต่ละท้องถิ่นทั้งประเภทชนิดของนมโดยคำนึงถึงหลักให้นักเรียนได้ดื่มนมที่มีคุณภาพทางโภชนาการสูงที่สุด การจัดส่งนม สถานศึกษาควรควบคุมดูแลให้อยู่ในสภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสมตามชนิดของนม โดยเฉพาะอย่างยิ่งนมพาสเจอร์ไรส์ที่ต้องเก็บไว้ในอุณหภูมิ 2 – 5 องศาเซลเซียส สถานศึกษาควบคุมดูแลการบริโภค ให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้ดื่มนมที่มีคุณภาพครบทุกคน ในช่วงเวลาที่เหมาะสมในแต่ละวันครบ 230 วัน ตามที่กำหนด ควรติดตามประเมินผลโครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียนในพื้นที่ทั้งในเรื่องผลผลิตจากสุขภาพร่างกายของนักเรียน

โครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียน เกิดจากนโยบายของรัฐบาลในการส่งเสริมและช่วยเหลือให้เกษตรกรมีทางเลือกในการประกอบอาชีพเพิ่มมากขึ้น และช่วยให้เด็กไทยได้รับอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ มีพลานามัยที่แข็งแรง ซึ่งนับว่าเป็นนโยบายที่มีผลในทางปฏิบัติให้เกิดประโยชน์ต่อทุกภาคส่วนแต่เหตุการณ์ที่ผ่านมาพบว่า นมโรงเรียนส่วนใหญ่มักประสบปัญหาการเสื่อมเสียเน่าบูด ทั้งในชนิดพาสเจอร์ไรส์และยูเอชที แม้ว่าหน่วยงานภาครัฐจะสามารถควบคุมกำกับดูแลสถานที่ผลิตนมพร้อมดื่มที่เข้าสู่โครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียน ให้มีมาตรฐานการผลิตที่ถูกสุขลักษณะเป็นไปตามหลักเกณฑ์ GMP แต่การจัดการให้เกิดความปลอดภัยต่อผลิตภัณฑ์นมโรงเรียนนั้น ต้องอาศัยความร่วมมือในการจัดการและควบคุมระบบขนส่งและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อย่างถูกต้องเหมาะสมตลอดห่วงโซ่อีกด้วย

2.3.2 นมในโครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียน

นม เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมด้วยสารอาหารต่างๆ รัฐบาลได้ตระหนักถึงสุขภาพอนามัยของเด็กและเยาวชน ซึ่งเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศในอนาคต จึงได้รณรงค์ให้มีการบริโภคนม และได้จัดให้มีโครงการอาหารเสริม (นม) ซึ่งนอกจากจะเป็นการสร้างเสริมสุขภาพให้กับเด็กนักเรียนแล้ว ยังเป็นการส่งเสริมการเลี้ยงโคนม และเป็นการสร้างตลาดรองรับน้ำนมดิบให้เกษตรกรไทยอีกด้วย นมที่ผลิตเข้าสู่โครงการนมโรงเรียนมี 2 ประเภท คือ นมพาสเจอร์ไรส์ และนมยูเอชที ซึ่งมีกรรมวิธีในการฆ่าเชื้อแตกต่างกันดังนี้คือ

2.3.2.1 นมพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurized milk)

นมพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurized milk) (รูปที่ 2.1) คือ นมที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ฟอสฟาเทส ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของนม โดยใช้อุณหภูมิและเวลาอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

1) นมพาสเจอร์ไรส์แบบใช้อุณหภูมิต่ำ ระยะเวลานาน (Low Temperature Long Time, LTLT) ใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า

2) นมพาสเจอร์ไรส์ แบบใช้อุณหภูมิสูง ระยะเวลาสั้น (High Temperature Short Time, HTST) ใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 15 วินาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

รูปที่ 2.1 นมโรงเรียนแบบพาสเจอร์ไรส์

ที่มา: สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

การรักษาคุณค่าทางอาหารรวมทั้งรสชาติของนม เดิมใช้แบบอุณหภูมิต่ำ ระยะเวลานาน แต่เมื่อมีการผลิตเพื่อขายในลักษณะอุตสาหกรรม การใช้เวลานานๆ อาจไม่คุ้มต่อการลงทุน จึงใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นเล็กน้อย ระยะเวลาสั้นลง ทำให้สามารถผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ได้ปริมาณมากๆต่อวัน และด้วยเหตุผลที่ใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อไม่สูงมาก จึงยังคงมีเชื้อจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนรอดอยู่ได้ รวมทั้งสปอร์ของจุลินทรีย์ซึ่งทนต่อความร้อน หากมีอุณหภูมิที่เหมาะสมสปอร์ก็จะงอกและเติบโตเป็นจุลินทรีย์ได้ ทำให้นมนั้นเสีย ดังนั้นนมพาสเจอร์ไรส์ที่ผลิตเสร็จจะต้องเก็บในที่เย็นอุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส ซึ่งก็คือในตู้เย็น เพราะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ที่จะทำให้นมเน่าเสียได้ โดยสามารถเก็บได้นานประมาณ 10 วัน สำหรับนมที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อนี้จะมีคุณค่าสารอาหารเกือบเท่ากับน้ำนมก่อนผ่านการฆ่าเชื้อ ตลอดจนรสชาติของนมจะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำนมตามธรรมชาติมากกว่าวิธีอื่น แต่เพราะการที่ไม่ได้ฆ่าเชื้อ

100% ดังนั้นนมพาสเจอร์ไรส์ที่ได้จะมีคุณค่าสารอาหารเกือบเท่ากับนมก่อนผ่านการฆ่าเชื้อ ตลอดจนรสชาติของนมจะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำนมตามธรรมชาติมากกว่าวิธีอื่น

2.3.2.2 นมยูเอชที (Ultra High Temperature)

นมยูเอชที (Ultra High Temperature) (รูปที่ 2.2) คือ นมที่ผ่านการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อนที่สูงถึง 135–150 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาเพียง 2–4 วินาที ซึ่งนานพอที่จะทำลายเชื้อได้หมดสิ้น รวมทั้งสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์อีกด้วยนมที่ผ่านการทำลายเชื้อแบบนี้ ยังคงรักษากลิ่น สี รสไว้ได้ดี รวมทั้งคุณค่าของอาหารก็สูญเสียไปน้อย เพราะใช้เวลาที่ผ่านความร้อนน้อยมาก และการที่จุลินทรีย์ถูกทำลายหมด แล้วบรรจุในสภาวะที่ปราศจากเชื้อลงในกล่องชนิดพิเศษ

รูปที่ 2.2 นมโรงเรียนแบบยูเอชที

ที่มา: สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

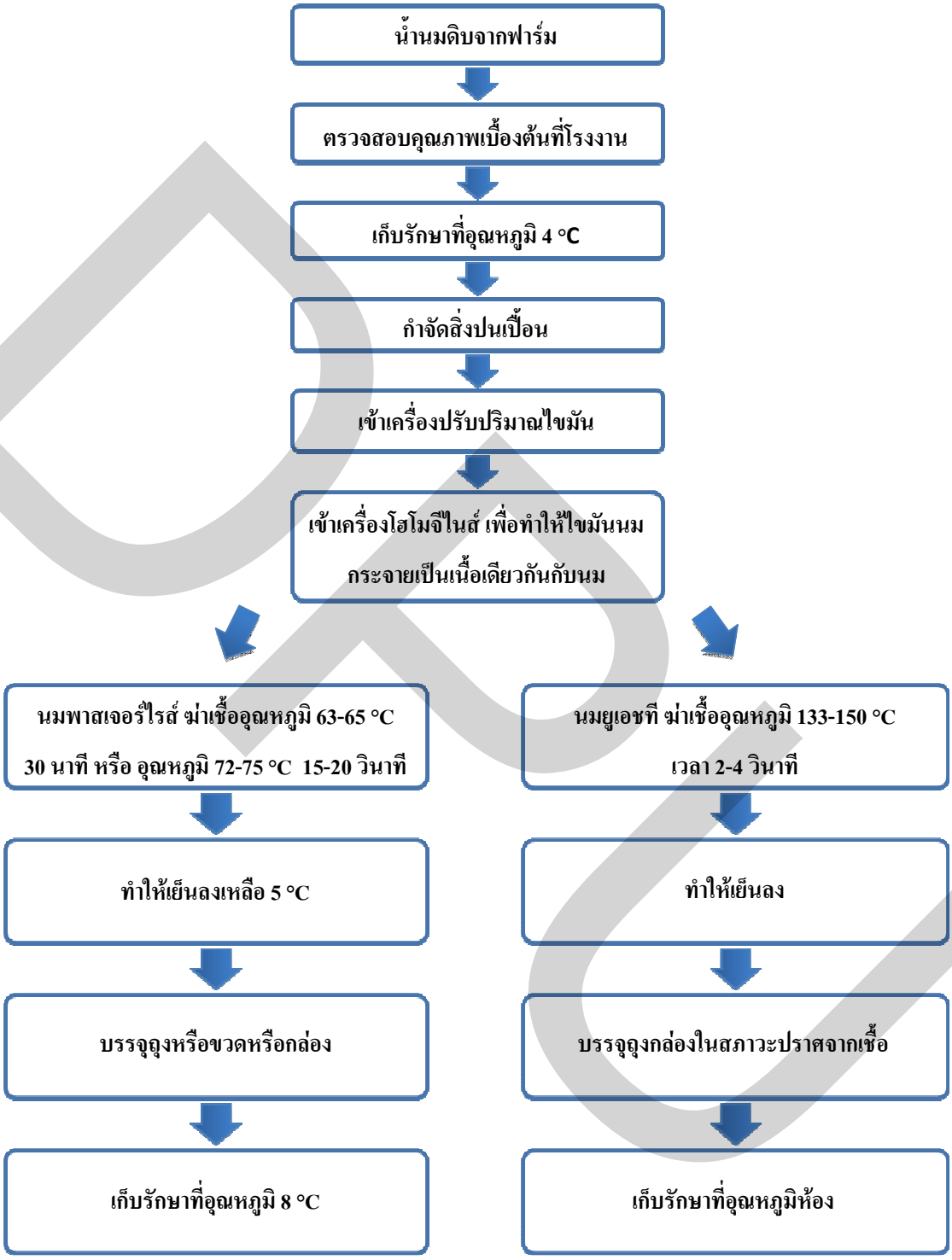
กล่องชนิดพิเศษดังรูปที่ 2.3 ซึ่งประกอบด้วยวัสดุ 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษ (75%) โพลีเอททีลีน (20%) และอลูมินั่มฟอยด์ (5%) ประกบเข้าด้วยกันถึง 6 ชั้นจากด้านนอกถึงด้านในสุด แต่ละชั้นทำหน้าที่ ดังนี้

ชั้นที่ 1 โพลีเอททีลีน - เป็นฟิล์มบางเคลือบด้านนอก เพื่อป้องกันความชื้น
ชั้นที่ 2 กระดาษ - เพื่อรักษารูปทรงของกล่อง การพิมพ์ฉลากก็จะพิมพ์ที่ชั้นนี้
ชั้นที่ 3 โพลีเอททีลีน - เป็นตัวเชื่อมระหว่างชั้นกระดาษ กับอลูมิเนียมฟอยล์
ชั้นที่ 4 อลูมิเนียมฟอยล์ - ป้องกันอากาศ แสงสว่างและกลิ่นจากภายนอก
ชั้นที่ 5 โพลีเอททีลีน - เป็นตัวเชื่อมอลูมินั่มฟอยด์กับพลาสติกชั้นในสุด
ชั้นที่ 6 โพลีเอททีลีน - ป้องกันการรั่วซึมของนมที่อยู่ในกล่อง

รูปที่ 2.3 ผนัง 6 ชั้นของกล่องนมยูเอชที

ที่มา: คู่มือ คลายข้อสงสัย เรื่อง นอ..มอ..นม

ทั้งนี้นมต้องผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนด้วย นมพร้อมดื่มที่ได้จะมีกลิ่นรสดีกว่านมพาสเจอร์ไรส์ เนื่องจากสามารถขจัดกลิ่นอาหารสัตว์ กลิ่นฟางได้ดี นมยูเอชที มีกลิ่นนมต้มบ้างแต่ไม่รุนแรงเท่าในนมสเตอริไรซ์ จึงนับว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติค่อนข้างใกล้เคียงนมพร้อมดื่มชนิดพาสเจอร์ไรส์ การฆ่าเชื้อด้วยวิธีนี้จะสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้เกือบหมด นมยูเอชที จึงมีอายุการเก็บนานกว่าประมาณ 6 – 9 เดือน โดยไม่ต้องแช่เย็น แต่การที่เก็บนานขึ้นไม่ได้หมายความว่านมจะมีคุณภาพเหมือนเดิมตลอด เพราะเมื่อถึงระยะหนึ่งความคงตัวของโปรตีนในนมยูเอชทีจะลดลง นมจะหนืดเกิดเป็นวุ้นขึ้น กลิ่นรสอาจเปลี่ยนไป ไขมันอาจมีการแยกชั้น ซึ่งแสดงว่านมยูเอชทีในกล่องนั้นหมดอายุแล้ว แสดงกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์และนมยูเอชที ให้เห็นอย่างง่ายโดยแผนภูมิการผลิต ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 กระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์และนมยูเอชที

ที่มา: คู่มือ คลายข้อสงสัย เรื่อง นอ..มอ..นม

ด้วยอุณหภูมิที่ฆ่าเชื้อได้หมดสิ้นและระยะเวลาการฆ่าเชื้อที่สั้นมาก นมยูเอชทีจึงสามารถทรงคุณค่าทางอาหาร สี กลิ่น และรสในน้ำนม ดังนั้น การที่นมเสียหรือมีกล่องบวม มักไม่ได้เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำนม แต่สาเหตุส่วนใหญ่จะเกิดจากความผิดปกติของบรรจุภัณฑ์ ซึ่งแม้จะผนึกกันถึง 6 ชั้น แต่ก็ทนต่อแรงกดทับหรือแรงกระแทกได้ไม่มากนัก หากเกิดแรงกดทับหรือการกระแทกรุนแรง อาจทำให้เกิดรอยรั่วของบรรจุภัณฑ์ในขนาดต่างๆกัน จากรอยรั่วขนาดเล็กจนไม่สามารถสังเกตเห็นได้ ไปจนถึงรอยรั่วขนาดใหญ่จนแยกออกจากกัน โดยเฉพาะบริเวณมุมกล่อง หากรอยรั่วของกล่องนมนี้ลึกเข้าไปในชั้นที่ 5 ของกล่อง น้ำนมก็จะยังไม่ไหลซึมออกมานอกกล่อง แต่จะทำให้อากาศด้านนอกกล่องสามารถซึมผ่านเข้ามาได้ และเป็นตัวนำจุลินทรีย์เข้าไปภายในกล่องนม ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้นมบูดเสียก่อนวันหมดอายุ ถ้านมถูกเก็บต่อไปอีกระยะเวลาหนึ่ง ปริมาณของจุลินทรีย์จะเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งของเสียที่เกิดขึ้นจากการย่อยนมของจุลินทรีย์จะทำให้เกิดก๊าซ อาการบวมของกล่องนมจึงตามมาจนบางครั้งกล่องอาจจะระเบิดออกได้ซึ่งรอยรั่วประเภทนี้มักมีขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าต้องใช้วิธีการย้อมสีเท่านั้น

2.3.3 วิธีการขนส่งและเก็บรักษานมโรงเรียน

เนื่องจากนมเป็นอาหารที่ดีต่อการเจริญของเชื้อ ดังนั้นไม่ว่าจะเป็นนมพาสเจอร์ไรส์หรือนมยูเอชทีจำเป็นต้องมีวิธีการเก็บรักษาและขนส่งอย่างถูกต้องเพื่อคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และความปลอดภัยของเด็กนักเรียน โดยในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีการดูแลในส่วนผู้ขนส่งนมโรงเรียน

2.3.3.1 ผู้ขนส่งนมโรงเรียน ประเภทนมพาสเจอร์ไรส์ โดยรถห้องเย็น

ผู้ขนส่งต้องตรวจสอบอุณหภูมินมพาสเจอร์ไรส์ ณ หน้าโรงงานโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบก้านเหล็กก่อนรับนมดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 ใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบก้านเหล็กตรวจวัดอุณหภูมินมโรงเรียน

ที่มา: สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

เมื่อตรวจวัดนมมีอุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส จึงเซ็นชื่อรับนม โดยบันทึกอุณหภูมินมไว้เป็นหลักฐานโดยการลงนามร่วมกับผู้จ่ายนมและผู้รับนม และผู้ขนส่งต้องปฏิเสธการรับนมทุกครั้งที่ตรวจสอบอุณหภูมิแล้วพบว่ามีอุณหภูมิสูงกว่า 8 องศาเซลเซียสและแจ้งให้โรงงานทราบถึงความผิดปกติทันที

2.3.3.2 การจัดเรียงผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่เหมาะสม

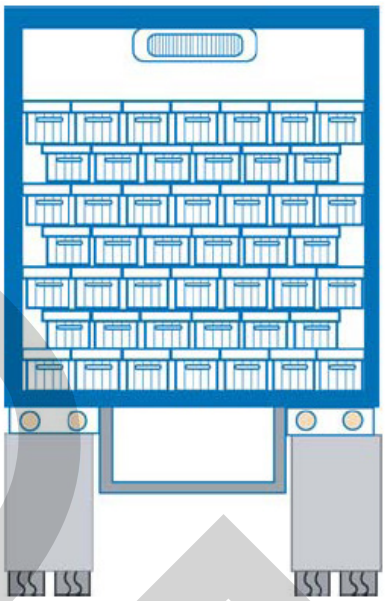
ลักษณะของรถห้องเย็นที่เหมาะสม คือ ผนังห้องมีฉนวนที่มีประสิทธิภาพในการรักษาอุณหภูมิภายในห้อง มีเครื่องทำความเย็นที่สามารถลดอุณหภูมิภายในห้องให้มีอุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสได้อย่างรวดเร็วและมีม่านพลาสติกติดตั้งที่ประตูทางเข้าออกในการขนย้ายนมพาสเจอร์ไรส์ ทั้งนี้ม่านพลาสติกต้องมีความหนา และเกยทับกันสนิทอย่างเหมาะสม เพื่อรักษาอุณหภูมิผลิตภัณฑ์ไม่ให้เกิน 8 องศาเซลเซียส ขณะที่มีการเปิดประตูรถห้องเย็นและเพื่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในรถห้องเย็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่มีความเที่ยงตรงและแม่นยำ ซึ่งต้องมีการสอบเทียบอย่างสม่ำเสมออย่างน้อยปีละ1ครั้ง และบันทึกอุณหภูมิภายในห้องเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ เมื่อมีลักษณะรถห้องเย็นที่เหมาะสมแก่การขนส่ง ควรจัดเรียงนมพาสเจอร์ไรส์ในห้องเย็น (รูปที่ 2.6) ดังนี้

1) ควรจัดเรียงนมพาสเจอร์ไรส์ลงในตะกร้า (ประมาณตะกร้าละ100 ถุง) เพื่อป้องกันการซ้อนทับของถุงนมจนทำให้เกิดการรั่วหรือแตก

2) จัดเรียงตะกร้านมพาสเจอร์ไรส์ห่างจากผนังห้องเย็น ทั้งด้านข้างและด้านบน รวมถึงเว้นระยะห่างระหว่างแถวของตะกร้านมพาสเจอร์ไรส์อย่างน้อย 15 เซนติเมตร เพื่อให้อากาศเย็นสามารถหมุนเวียนได้อย่างทั่วถึง

3) ไม่จัดเรียงตะกร้าผลิตภัณฑ์ในบริเวณที่อากาศเย็นไม่สามารถหมุนเวียนได้อย่างทั่วถึงเช่น บริเวณใต้พัดลมของเครื่องทำความเย็นภายในรถ เป็นต้น

4) เจ้าหน้าที่ของโรงงานต้องควบคุมการจ่ายนมและจัดเรียงนมพาสเจอร์ไรส์ในรถห้องเย็นทุกครั้ง แม้ว่าจะมอบหมายให้ผู้ขนส่งเป็นผู้ขนย้ายและจัดเรียงผลิตภัณฑ์ด้วยตนเองและลงบันทึกผลการจ่ายนมและการจัดเรียงผลิตภัณฑ์



รูปที่ 2.6 รูปแบบการจัดเรียงตะกร้าผลิตภัณฑ์ เพื่อให้อากาศเย็นหมุนเวียนภายในห้องเย็นได้อย่างทั่วถึง

ที่มา: สมาคมเครื่องทำความเย็นไทย

2.3.3.3 ระหว่างการขนส่งนมพาสเจอร์ไรส์

ผู้ขนส่งต้องปิดม่านพลาสติกและประตูให้สนิทตลอดเวลาการขนส่ง และควรล็อคกลอนประตูทุกครั้งก่อนขนส่ง เพื่อป้องกันความร้อนจากภายนอกเล็ดลอดเข้าภายในตู้ห้องเย็น หากอุณหภูมิภายในตู้ห้องเย็นสูงเกิน 8 องศาเซลเซียส อาจทำให้คุณภาพของนมพาสเจอร์ไรส์ลดลง กรณีที่ผู้ขนส่งจำเป็นต้องมีการเก็บรักษานมพาสเจอร์ไรส์ ณ สถานที่ใดก็ตาม จำเป็นต้องมีการควบคุมอุณหภูมินมพาสเจอร์ไรส์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาไม่ให้เกิน 8 องศาเซลเซียส

2.3.3.4 เมื่อขนส่งนมพาสเจอร์ไรส์ถึงโรงเรียน

ผู้ขนส่งต้องจัดเตรียมสถานที่ ภาชนะสำหรับเก็บรักษาและน้ำแข็งสำหรับที่โรงเรียนให้เพียงพอกับปริมาณนมโรงเรียน และระยะเวลาการบริโภค

2.3.3.5 ผู้ขนส่งนมโรงเรียน ประเภทนมยูเอชที

เนื่องจากนมยูเอชทีเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเก็บไว้ได้นาน 6–9 เดือนตามที่กล่าวข้างต้น แต่ปัญหาการเน่าเสียก่อนถึงวันหมดอายุที่ฉลากก็สามารถพบได้บ่อยครั้ง ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหานมยูเอชทีเสื่อมเสียก่อนวันหมดอายุ ควรให้ความสำคัญกับการขนส่งและเก็บรักษา ดังนี้

1) บริเวณหรือห้องสำหรับเก็บรักษากล่องนม ต้องมีลักษณะที่เป็นไปตามหลักสุขาภิบาล เช่น เป็นห้องหรือบริเวณที่สะอาด ไม่มีน้ำขัง ไม่อยู่ใกล้ หรือในแหล่งที่มีสิ่งปฏิกูล แสงแดดส่องไม่ถึงห่างจากไฟ และบริเวณที่มีความชื้นสูง ไม่มีสัตว์พาหะ เป็นต้น เป็นสาเหตุทำให้บรรจุภัณฑ์หรือกล่องนมเสียหาย ส่งผลให้นมเสียได้

2) ไม่ควรวางกล่องนมไว้บนพื้น ควรจัดหาที่วางหรือบริเวณที่เหมาะสมโดยยกระดับพื้นให้สูงอย่างน้อย 10 เซนติเมตร

3) รักษาความสะอาดบริเวณที่เก็บผลิตภัณฑ์เสมอเพื่อสุขพลานามัยที่ดี และมีมาตรการป้องกันหนู มดและแมลงต่างๆ

4) ควรจัดวางกล่องให้แน่นและชิดกันอย่าให้มีช่องว่าง เพื่อให้กล่องรับน้ำหนักได้เท่ากัน และป้องกันกล่องพับเอียงและไม่ให้กล่องกระแทกกันเอง โดยควรวางกล่องผลิตภัณฑ์ให้เป็นระเบียบในแนวตั้งและสูงไม่เกิน 1 เมตร คือ

4.1) ขนาด 125 มิลลิลิตร ไม่เกิน 12 ชั้น

4.2) ขนาด 200 มิลลิลิตร สลิม ไม่เกิน 7 ชั้น ธรรมดา ไม่เกิน 10 ชั้น

4.3) ขนาด 250 มิลลิลิตร สลิม ไม่เกิน 8 ชั้น ธรรมดา ไม่เกิน 8 ชั้น

4.4) ขนาด 750 - 1,000 มิลลิลิตร ไม่เกิน 5 ชั้น

5) ห้ามยืน นั่งหรือวางสิ่งของหนักบนกล่อง ควรวางกล่องที่มีน้ำหนักเบากว่าไว้ข้างบน

6) การวางกล่องนมซ้อนกันสูงเกินไป กล่องนมที่อยู่ด่านล่างจะรับน้ำหนักมาก อาจทำให้เกิดการแยกชั้นของวัสดุบรรจุภัณฑ์และเกิดรอยย่น รวมทั้งเกิดการฉีกขาดหรือรอยแยกของบริเวณปิดผนึก ทำให้จุลินทรีย์เข้าไปได้

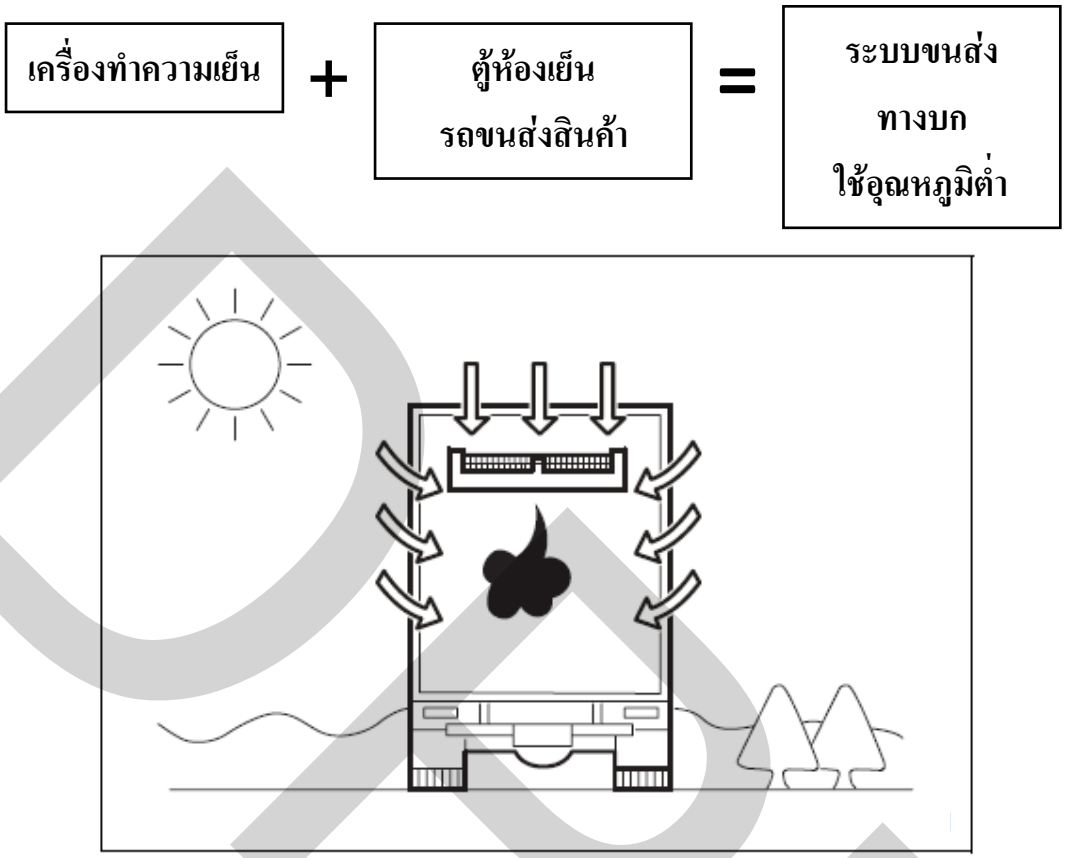
7) ถ้าต้องการแกะกล่องนอกออก ไม่ควรใช้มีด เนื่องจากจะทำให้มีโอกาสที่มีดจะกรีดโดนผิวของกล่องยูเอชที ทำให้เกิดรอยรั่วได้ง่าย

8) ห้ามนำกล่องบรรจุภัณฑ์แช่ในถังน้ำแข็งหรือตู้แช่ที่มีน้ำขัง เพราะจะทำให้กล่องกระดาษเปื่อยยุ่ยได้ง่าย

9) การขนเคลื่อนย้ายกล่องขึ้นหรือลงจากรถขนส่ง ควรใช้วิธีการส่งต่อเป็นทอดๆ ห้ามโยนกล่อง เพราะอาจทำให้หล่นกระแทกกับพื้น จนเกิดความเสียหายของกล่องและเกิดรอยรั่วได้

2.4 การศึกษาเกี่ยวกับเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนส่งสินค้า

รูปแบบการขนส่งทางบกโดยใช้รถบรรทุกขนาดต่างๆเป็นยานพาหนะ การขนส่งวัตถุดิบหรือสินค้าเพื่อการผลิต บริโภคหรือจัดจำหน่ายให้คงคุณภาพความสดของสินค้า จำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ห้องเย็นขณะขนส่งสินค้าให้เหมาะสมกับสินค้านั้นๆ เนื่องจากอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สินค้าเน่าบูดหรือเสียหายได้ รถห้องเย็นบรรทุกขนส่งสินค้า (รูปที่ 2.7) ได้รับภาระความร้อนภายนอกจากสภาวะทางอากาศโดยรอบทั้งด้านบน ด้านข้างทั้งสอง ด้านหน้า ด้านหลัง และด้านล่างซึ่งได้รับภาระความร้อนจากพื้นถนน อีกทั้งภาระความร้อนภายในตู้ห้องเย็นจากสินค้านั้นๆ ตู้ห้องเย็นจึงควรใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อนคุณภาพดี สามารถป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตและความร้อนภายนอกโดยรอบที่ส่งผลกระทบต่อสินค้า มีโครงสร้างแข็งแรง ทนทานต่อแรงกระแทก และรักษาอุณหภูมิภายในตู้ห้องเย็นได้ ประกอบกับระบบทำความเย็นสมรรถนะดี สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามที่กำหนด วัสดุทนทานต่อความร้อนของระบบละลายน้ำแข็ง และทนทานต่อความเย็นของระบบทำความเย็น ส่งผลมีอายุการใช้งานยาวนาน ความเร็วมอเตอร์พัดลมของอีวาโปเรเตอร์สามารถกระจายความเย็นไปยังสินค้าขนส่งทั้งหมดภายในตู้ห้องเย็นได้อย่างทั่วถึง และขนาดของอีวาโปเรเตอร์ที่กะทัดรัด ทำให้ตู้ห้องเย็นมีพื้นที่บรรทุกสินค้าขนส่งได้จำนวนมาก เมื่อมีตู้ห้องเย็นรถบรรทุกขนส่งสินค้าและระบบทำความเย็นที่มีคุณสมบัติดังกล่าว จึงจะได้ระบบขนส่งทางบกที่ใช้อุณหภูมิต่ำอย่างมีคุณภาพ ดังนั้นการขนส่งนมโรงเรียนจึงจำเป็นต้องมีตู้ห้องเย็นและระบบทำความเย็นที่สามารถควบคุมอุณหภูมิเพื่อรักษาคุณภาพของสินค้าไว้ได้



รูปที่ 2.7 ภาระความร้อนภายนอกที่กระทำต่อตู้ห้องเย็นรถบรรทุกขนส่งสินค้า

ที่มา: บริษัท สหมณฑลเซอร์วิสเซ็นเตอร์ จำกัด

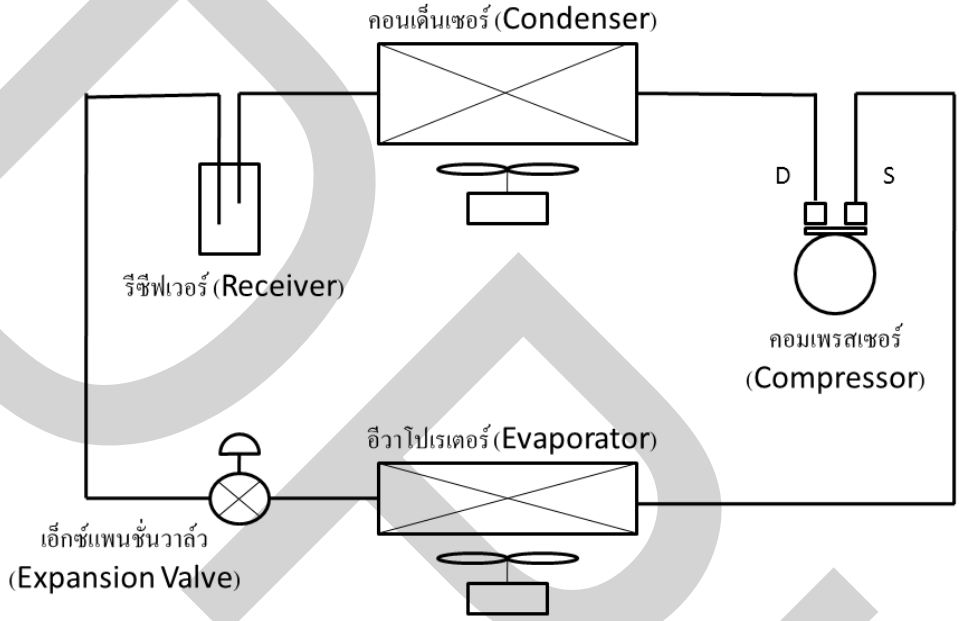
2.4.1 ความหมายของการทำความเย็น

การทำความเย็น หมายถึง กระบวนการในการดึงความร้อนออกจากสิ่งใดสิ่งหนึ่งมีผลให้อุณหภูมิลดลงโดยปกติ หมายถึง ขบวนการเก็บรักษาอาหาร การขจัดความร้อนจากวัตถุในอุตสาหกรรม ทางเคมี ปิโตรเลียม ปิโตรเคมีและการทำความเย็น นอกจากนี้การทำความเย็นในรูปแบบอื่นในวงอุตสาหกรรม เช่น การแช่แข็ง เป็นต้น (อัคครัตน์ พูลกระจ่าง, 2547: 18)

2.4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์และหลักการทำงานของระบบทำความเย็นสำหรับรถขนส่งสินค้าขนาดเล็ก

วงจรระบบทำความเย็น (รูปที่ 2.8) รถขนส่งสินค้ามีหลักการทำงานคล้ายกับวงจรระบบปรับอากาศห้องโดยสารภายในรถยนต์โดยทั่วไป มีความแตกต่างกันตรงที่ระบบทำความเย็นใช้อุณหภูมิต่ำกว่าระบบปรับอากาศซึ่งต้องการอุณหภูมิเพียงเพื่อความสบายของผู้ขับขี่และ

ผู้โดยสาร อุปกรณ์ของระบบทำความเย็นจึงมีคุณสมบัติและขนาดแตกต่างกับอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศห้องโดยสารภายในรถยนต์ ใช้เครื่องยนต์เป็นตัวขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ ซึ่งจะมีคลัตช์แม่เหล็กหรือแม็กเนติกคลัตช์ (Magnetic Clutch) ทำหน้าที่ช่วยตัดต่อการทำงานของคอมเพรสเซอร์



รูปที่ 2.8 วงจรระบบทำความเย็น

ที่มา: บริษัท สหมณฑลเซอร์วิสเซ็นเตอร์ จำกัด

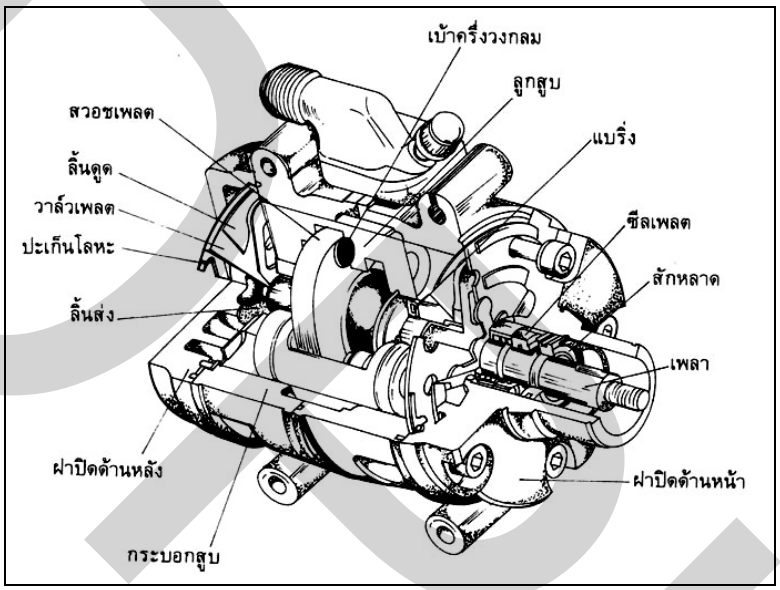
2.4.3 อุปกรณ์และหน้าที่หลักของวงจรระบบทำความเย็น

อุปกรณ์หลักของวงจรระบบทำความเย็นประกอบไปด้วยคอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ รีซีฟเวอร์ เอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว และอีวาโปเรเตอร์

2.4.3.1 คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

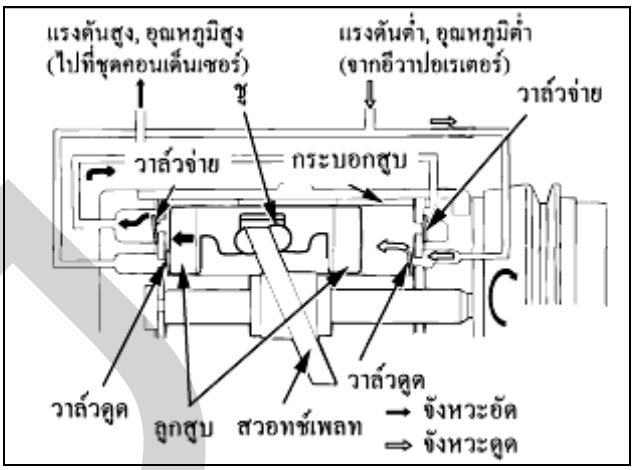
คอมเพรสเซอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นในสถานะที่เป็นก๊าซ โดยดูดก๊าซที่มีอุณหภูมิและแรงดันต่ำจากอีวาโปเรเตอร์ อัดสารทำความเย็นให้มีอุณหภูมิและแรงดันสูงจนถึงจุดที่ก๊าซไหลเข้าสู่คอนเด็นเซอร์

ปัจจุบันนิยมใช้คอมเพรสเซอร์แบบสวอชเพลต (swash plate compressor) ในการติดตั้งระบบทำความเย็นรถยนต์ เนื่องจากคอมเพรสเซอร์แบบนี้มีขนาดเล็กกะทัดรัด มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง ซึ่งโครงสร้างภายในของคอมเพรสเซอร์แบบสวอชเพลตดังรูปที่ 2.9
(สวัสดิ์ บุญเถื่อน, 2538: 45)



รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างภายในของคอมเพรสเซอร์แบบสวอชเพลต

หลักการทำงานของคอมเพรสเซอร์แบบสวอชเพลต (รูปที่ 2.9) กลไกการดูดและอัดสารทำความเย็นในสถานะก๊าซ มีสวอชเพลตเป็นเพลตเอียงหมุนกวาดให้ลูกสูบเกิดการเคลื่อนที่เพื่อดูดและอัดสารทำความเย็น คอมเพรสเซอร์แบบนี้ ไม่มีเพลาข้อเหวี่ยงแต่จะใช้เพลตเอียงทำหน้าที่เป็นตัวช่วยให้ลูกสูบเคลื่อนที่ในกระบอกสูบ เพื่อแปลงการเคลื่อนที่แบบหมุนของลูกสูบให้เป็นการเคลื่อนที่สลับไปมา ในขณะที่แกนเพลาของคอมเพรสเซอร์หมุนเพลตเอียง จะถูกหมุนตามไปด้วย ซึ่งมีผลให้ลูกสูบเคลื่อนที่กลับไปกลับมาภายในกระบอกสูบเกิดการดูด และอัดสารทำความเย็น ลูกสูบสองตัวเป็นหนึ่งคู่ ลูกสูบห้าคู่ (ใน10 กระบอกสูบ) จะติดตั้งอยู่ในสวอชเพลต ซึ่งสามารถดูด อัด และปล่อยสารทำความเย็นสถานะก๊าซได้ เมื่อลูกสูบหนึ่งคู่กำลังอยู่ในจังหวะอัด ลูกสูบอีกคู่จะอยู่ในจังหวะดูด ดังรูปที่ 2.10

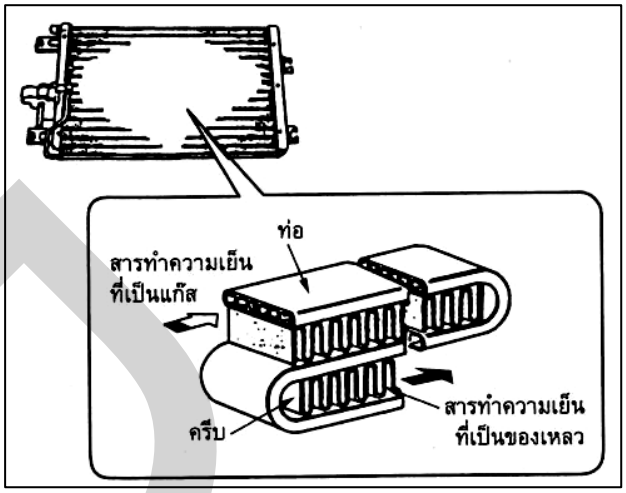


รูปที่ 2.10 แสดงหลักการทำงานของคอมเพรสเซอร์แบบสวอชเพลต

ที่มา: บริษัท เด็นโซ่ อินเตอร์เนชั่นแนล เอเชีย จำกัด

2.4.3.2 คอนเดนเซอร์ (Condenser)

คอนเดนเซอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบแน่นสารทำความเย็นที่ส่งมาจากคอมเพรสเซอร์ในสถานะก๊าซอุณหภูมิและความดันสูงให้กลายสถานะเป็นของเหลวที่ยังคงอุณหภูมิและความดันสูงอยู่ ด้วยการระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นโดยพัดลมระบายความร้อนและอากาศเย็นที่ไหลผ่านคอนเด็นเซอร์ ตามปกติแล้วคอนเดนเซอร์ชนิดนี้มักจะทำด้วยท่อทองแดง (copper tubing) หรือท่ออลูมิเนียม (aluminum tubing) และมีครีบ (fin) เป็นตัวช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นในคอนเดนเซอร์

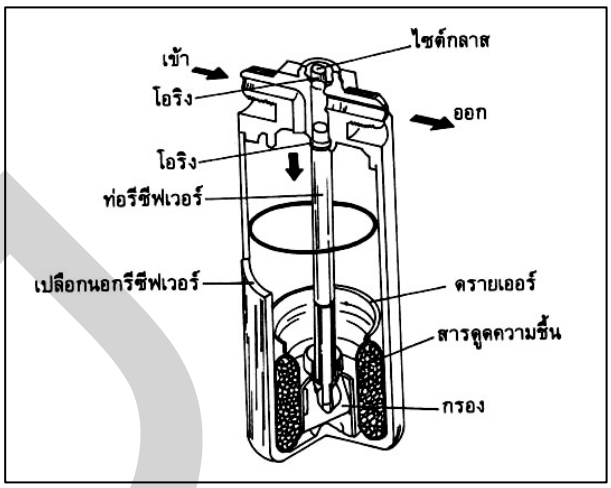


รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะโครงสร้างของคอนเดนเซอร์

โครงสร้างของคอนเดนเซอร์ (รูปที่ 2.11) จะประกอบด้วย ขดท่ออลูมิเนียมหรือทองแดงและมีครีบอะลูมิเนียมเป็นตัวช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการระบายความร้อนโดยอากาศที่ผ่านเข้ามาบนผิวหน้าของคอนเดนเซอร์ซึ่งครีบที่ใช้เพิ่มพื้นที่ผิวในการระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น

2.4.3.3 รีซีฟเวอร์ (Receiver)

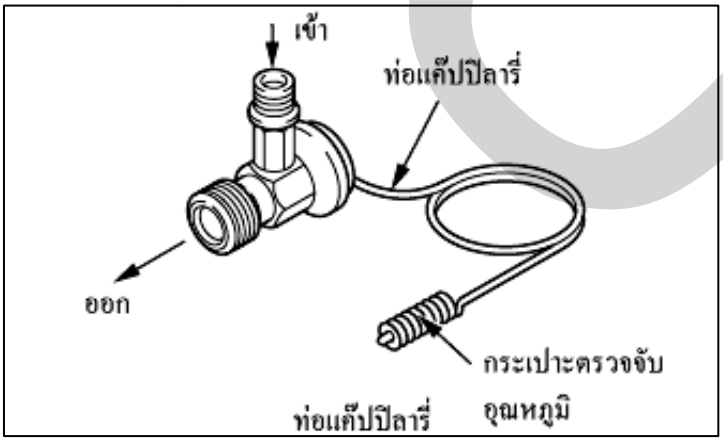
รีซีฟเวอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ดูดความชื้นในระบบและกรองสิ่งสกปรกออกจากสารทำความเย็นที่ออกมาจากคอนเด็นเซอร์ในสถานะของเหลวอุณหภูมิและแรงดันสูง เป็นอุปกรณ์ตัวหนึ่งของระบบที่ใช้สำหรับเป็นที่พักสารทำความเย็นเหลว ทำด้วยกระบอกโลหะ มีข้อต่อทางเข้าและทางออกของสารทำความเย็นส่วนมากมีกระจกมองสารทำความเย็น (sight glass) ติดอยู่ด้วย ส่วนใหญ่ติดตั้งอยู่ทางด้านความดันสูงของระบบในช่วงที่ต่อจากคอนเดนเซอร์ แล้วไหลออกมาที่ทางออกของรีซีฟเวอร์ เพื่อส่งไปที่เอ็กแพนชั่นวาล์วดังรูปที่ 2.12 (สมศักดิ์ สุโมตยกุล, 2546: 62)



รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของรีซีฟเวอร์

2.4.3.4 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว (Expansion valve)

เอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของสารทำความเย็น ฉีดพ่นสารทำความเย็นในรูปของของเหลวอุณหภูมิและแรงดันสูงเข้าไปที่อีวาโปเรเตอร์ ทำให้แรงดันตกอย่างฉับพลันและแปลงสารทำความเย็นให้อยู่ในสถานะของผสมเป็นละอองอุณหภูมิและแรงดันต่ำ ส่วนประกอบเอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว ประกอบไปด้วยไดอะแฟรม,วาล์วเข็ม และกระเปาะตรวจจับอุณหภูมิ ดังรูปที่ 2.13 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วยังสามารถปรับปริมาณการไหลของสารทำความเย็นได้โดยอัตโนมัติตามความสามารถในการทนความร้อน

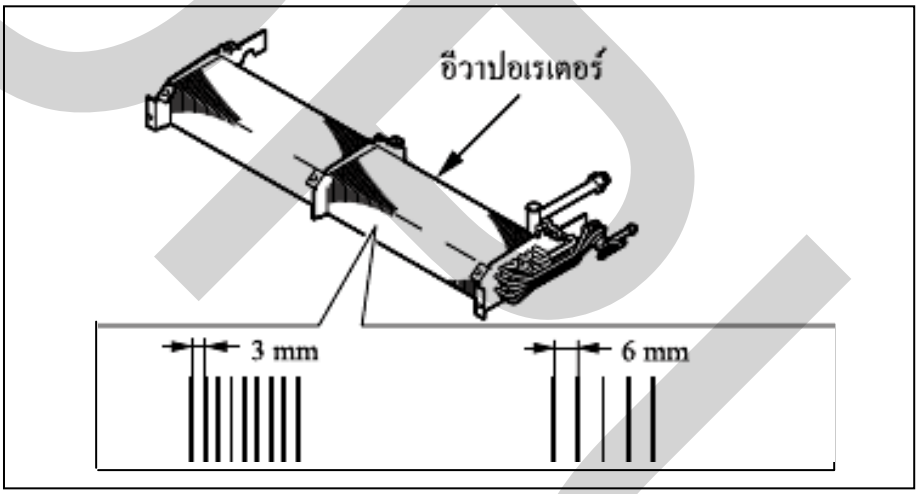


รูปที่ 2.13 ส่วนประกอบของเอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว

2.4.3.5 อีวาโปเรเตอร์ (Evaporator)

ในอีวาโปเรเตอร์ เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วจะปล่อยสารทำความเย็นไอระเหยอุณหภูมิและแรงดันต่ำเพื่อดูดซับความร้อนของไอระเหยรอบๆอีวาโปเรเตอร์ ทำให้สารทำความเย็นปริมาณมากกลายสภาพเป็นก๊าซ และยังทำให้อุณหภูมิของอีวาโปเรเตอร์เองลดลงอีกด้วย นอกจากนี้ พัดลมระบายความร้อนยังเป่าเอาอากาศร้อนภายในห้องเก็บสินค้าไปยังอีวาโปเรเตอร์ อุณหภูมิต่ำในบริเวณที่มีอากาศเย็นอยู่จากนั้นอากาศเย็นก็จะถูกส่งไปยังห้องเก็บสินค้า ทำให้ภายในห้องเก็บสินค้าเย็นลง

ครีบของอีวาโปเรเตอร์ (รูปที่ 2.14) สำหรับตู้ห้องเย็นจะจัดเรียงห่างครีบมากกว่าอีวาโปเรเตอร์สำหรับเครื่องปรับอากาศในรถยนต์เพื่อป้องกันไม่ให้ครีบเย็นจัดจนแข็งตัว



รูปที่ 2.14 แสดงระยะห่างของครีบอีวาโปเรเตอร์

2.4.4 หลักการทำงานของวงจรระบบทำความเย็นรถขนส่งสินค้าขนาดเล็ก

ระบบทำความเย็นที่ใช้สารทำความเย็น R134a มีอุปกรณ์หลักในระบบคล้ายคลึงกับระบบปรับอากาศในห้องโดยสารประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ แผงคอนเด็นเซอร์ รีซีฟเวอร์ เอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว และอีวาโปเรเตอร์ แต่มีความแตกต่างที่คุณสมบัติและขนาดของแต่ละอุปกรณ์

จากรูปที่ 2.8 วงจรระบบทำความเย็น เมื่อเริ่มเดินเครื่องยนต์เปิดสวิทซ์การทำงานของระบบทำความเย็น คอมเพรสเซอร์จะอัดสารทำความเย็นที่มีสถานะก๊าซ อุณหภูมิและแรงดันต่ำให้เป็นสถานะก๊าซ อุณหภูมิและแรงดันสูง โดยใช้เครื่องยนต์เป็นตัวขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ส่งไปยังแผงคอนเด็นเซอร์ อากาศภายนอกช่วยระบายที่แผงคอนเด็นเซอร์ ทำให้สารทำความเย็น

เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว อุณหภูมิและแรงดันสูง ไหลเข้าสู่รีซีฟเวอร์ ซึ่งเป็นที่พักสารทำความเย็น เพื่อแยกก๊าซออกจากของเหลว ดูดซับความชื้นและกรองสิ่งสกปรก สารทำความเย็นสถานะของเหลว อุณหภูมิและแรงดันสูง ไหลออกจากรีซีฟเวอร์ไปยังเอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว ทำให้สารทำความเย็นเป็นของผสม อุณหภูมิและแรงดันต่ำ โดยฉีดสารทำความเย็นให้เป็นละอองเล็กๆ ไหลเข้าสู่อีวาโปเรเตอร์ มีพัดลมบริเวณอีวาโปเรเตอร์ช่วยทำให้สารทำความเย็นระเหยเพื่อดูดซับความร้อนไอระเหยของตัวสินค้าโดยรอบห้องเย็นขนส่งสินค้า สารทำความเย็นออกจากอีวาโปเรเตอร์ในรูปของผสม อุณหภูมิและแรงดันต่ำ คอมเพรสเซอร์จะดูดสารทำความเย็นสถานะก๊าซ อุณหภูมิและแรงดันต่ำ และอัดสารทำความเย็นให้เป็นสถานะก๊าซ อุณหภูมิและแรงดันสูงส่งไปยังแผงคอนเด็นเซอร์ หมุนวนเป็นวัฏจักรของระบบทำความเย็น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กัญญทอง หรดาล (2550) ทำการวิจัยเรื่องการใช้ระบบสารสนเทศในการจัดการคลังสินค้าสำหรับอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็ง เพื่อลดเวลาในการรับ-จ่ายสินค้าห้องเย็น เพื่อจัดการให้สามารถใช้พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าห้องเย็นให้เต็มพื้นที่ และพนักงานคลังสินค้าสามารถทราบตำแหน่งและจำนวนของสินค้าในคลังสินค้าห้องเย็นได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ โดยได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ และได้มีการใช้ระบบการจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่มสินค้ามาใช้ คือ แบ่งสินค้าออกเป็น 3 กลุ่ม โดยจะพิจารณาจากความสำคัญของของคงคลังตามการเคลื่อนย้ายเข้าและออก คือของคงคลังที่มีการเคลื่อนย้ายสูงที่สุด, ปานกลาง และต่ำที่สุด โดยกำหนดให้แทนด้วยกลุ่ม A,B และ C ตามลำดับ พบว่า เวลาในการรับและจ่ายสินค้าในคลังสินค้าห้องเย็นแต่ละครั้งลดลง ประมาณ 31นาที หรือเวลาเฉลี่ยในการรับและจ่ายสินค้าในคลังสิค้าห้องเย็นลดลง 67.39% และพื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าห้องเย็นก็สามารถทำการจัดเก็บได้อย่างเต็มที่ และการนำระบบสารสนเทศเข้ามาช่วยในการจัดการสินค้าคงคลัง ก็ทำให้พนักงานคลังสินค้าสามารถทราบตำแหน่งในการจัดเก็บสินค้า และจำนวนของสินค้าที่ทำการจัดเก็บอยู่ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ จึงสรุปได้ว่า การจัดการคลังสินค้าและระบบสารสนเทศที่เข้ามาช่วยในการจัดการคลังสินค้าห้องเย็นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เกสรา แสนใจบาล (2550) ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตหน้ากากอนามัยแบบใยสังเคราะห์ ชนิดฆ่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราใน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโครงการผลิตหน้ากากอนามัยแบบใยสังเคราะห์ ชนิดฆ่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราใน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลในด้านการตลาด ด้านเทคนิค ด้านการจัดการ และด้านการเงิน ผลการศึกษาด้านการตลาด

พบว่า หน้ากากอนามัยมีการใช้ทั้งในส่วนของภาคอุตสาหกรรม โรงพยาบาล และประชาชนทั่วไป และมีแนวโน้มของการใช้เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ด้านเทคนิคพบว่า การจัดตั้งโรงงานจะดำเนินการปรับปรุงพื้นที่จัดสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ติดต่อซื้อเครื่องจักรอุปกรณ์รวมทั้งยานพาหนะ โดยมีกำลังการผลิตของเครื่องจักรสำหรับหน้ากากอนามัยแบบยางยืด 26,280,000 ชิ้นต่อปี และ เครื่องจักรสำหรับหน้ากากอนามัยแบบสายผูก 21,900,000 ชิ้นต่อปี ด้านการจัดการพบว่าโครงการมีการดำเนินงานในรูปแบบของบริษัทจำกัด มีการจัดโครงสร้างองค์กรแบ่งเป็น 2 ฝ่าย ได้แก่ ฝ่ายสำนักงานและฝ่ายโรงงาน บุคลากรและคนงาน และด้านการเงินพบว่า โครงการมีการลงทุนทั้งสิ้น 14,000,000 บาท มาจากทุนจดทะเบียน 9,000,000 บาท และจากการกู้ยืมสถาบันการเงิน 5,000,000 บาท ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7.25 ต่อปี มีระยะเวลาคืนทุน 3 ปี 5 เดือน 9 วัน โดยให้ผลตอบแทนต่อการลงทุนร้อยละ19.29 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ ณ อัตราลดค่าร้อยละ 13 มีค่าเป็นบวก เท่ากับ 2,969,763 บาท

ชวลิตร พันธุ์ชมพู (2550) ทำการวิจัยเรื่องการขนส่งผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาที่ผู้ประกอบการขนส่งสินค้าหลายชนิดจากลูกค้าหลายรายการ ซึ่งกระจายตัวอยู่ ณ ตำแหน่งต่างๆของพื้นที่ พบว่าขั้นตอนการวางแผนการจัดส่งยังอาศัยความชำนาญของพนักงานวางแผนการจัดส่งเป็นหลัก จึงเป็นเหตุให้ต้องใช้เวลานานในขั้นตอนนี้ และอาจทำให้แผนการจัดส่งได้รับคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร และเสียเวลาในการขนส่ง ในงานวิจัยนี้เราพิจารณาปัญหาการจัดส่งสินค้าโดยใช้เวลาเป็นหลัก และในการขนส่งจะต้องมีการเก็บของเสียกลับคืนด้วยโดยมีระยะเวลากำหนด ในงานวิจัยได้พัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การกำหนดเส้นทางการขนส่ง (Vehicle Routing Problem: VRP) และการจัดเส้นทางเดินรถบรรทุกแบบระบุน้ำหนักบรรจุ (Capacitated Vehicle Routing Problem: CVRP) เพื่อให้ได้แผนการจัดส่งสินค้าที่ก่อให้เกิดต้นทุนการจัดส่งต่ำที่สุดและได้ทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ดังกล่าวกับข้อมูลการขนส่งจริงของผู้ประกอบการรายนี้ที่ได้สามารถลดต้นทุนการขนส่งได้

ทินกร ปีติกุล (2551) ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ต้นทุนตามกิจกรรมสำหรับการจัดการงานซ่อมบำรุงของระบบทำความเย็นในโรงงานตัวอย่าง มีวัตถุประสงค์ที่จะทำการวิเคราะห์ต้นทุนของกิจกรรมของค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ระบบเครื่องทำความเย็น เพื่อหาแนวทางในการลดต้นทุนของการซ่อมบำรุงระบบทำความเย็นของโรงงานตัวอย่าง โดยใช้แนวคิดการวิเคราะห์ต้นทุนตามกิจกรรม งานวิจัยนี้ได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษา ระบบการทำความเย็นก่อนการปรับปรุง ด้วยการสัมภาษณ์ ช่างซ่อมบำรุงและหัวหน้างานที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษากิจกรรมในการทำงาน ส่วนที่ 2 กำหนดแนวทางในการลดต้นทุน โดยใช้แนวคิดวิเคราะห์ต้นทุนตามกิจกรรม ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์ต้นทุนเพื่อเปรียบเทียบ

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบเครื่องทำความเย็นหลังจากปรับปรุง งานวิจัยนี้พบว่าหลังการปรับปรุง โดยใช้แนวคิด การวิเคราะห์ต้นทุนกิจกรรมสามารถลดต้นทุนของ การซ่อมบำรุงระบบทำความเย็นของโรงงานตัวอย่าง ลงได้ 400,000 บาทต่อเดือนซึ่งสรุปได้ว่า วิธีการวิเคราะห์ลดต้นทุนตามกิจกรรม เป็นวิธีการที่เหมาะสม ในการวิเคราะห์เพื่อลดต้นทุนในการซ่อมบำรุงของโรงงานตัวอย่าง

วิทูร หอยสังข์ (2551) ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดประลองระบบทำความเย็นและปรับอากาศรถยนต์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาคุณภาพของชุดประลองระบบทำความเย็นและปรับอากาศรถยนต์ โดยใช้อุปกรณ์ต่างๆ ของระบบปรับอากาศรถยนต์ มาสร้างเป็นชุดประลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอนรวมถึงหาประสิทธิภาพของชุดประลอง โดยมีสมมติฐานคือผลการประเมินคุณภาพของชุดประลอง ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าระดับคะแนนเฉลี่ย มากกว่า 3.5 ที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 และประสิทธิภาพของชุดประลองที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยปรากฏว่า คุณภาพของชุดประลองระบบทำความเย็นและปรับอากาศรถยนต์ มีค่าระดับคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 ซึ่งอยู่ในระดับที่สูงกว่า 3.5 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 ส่วนประสิทธิภาพของชุดประลอง วัดจากคะแนนการทำแบบทดสอบหลังการประลองและคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน มีประสิทธิภาพ 81.02/82.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

สราวุธ พลวงษ์ศรี (2548) ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์สมรรถนะของท่อความร้อนแบบสั่นที่ดัดแปลงจากคอนเดนเซอรระบบปรับอากาศรถยนต์ ศึกษาสมรรถนะของท่อความร้อนแบบสั่นที่ดัดแปลงจากคอนเด็นเซอร์ระบบปรับอากาศรถยนต์ ซึ่งใช้น้ำและอะซิโตนเป็นสารทำงาน ให้ความร้อนส่วนทำระเหยโดยใช้อากาศร้อน ทำการหุ้มฉนวนอย่างดีในส่วนกันความร้อน โดยทดสอบในสภาวะมุมการทำงาน 90 และ -90 องศา เทียบกับแนวระดับ แล้วเก็บข้อมูลได้แก่ ความเร็วอากาศและอุณหภูมิขาเข้าและขาออกทั้งส่วนทำระเหยและส่วนควบแน่น เพื่อใช้ในการคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนจากอัตราการไหลเชิงมวลและความแตกต่างของอุณหภูมิขาเข้าและขาออกในส่วนควบแน่น เมื่อเริ่มทำการทดสอบ ควบคุมอุณหภูมิขาเข้าส่วนทำระเหยที่อุณหภูมิ 60, 70, 80, 90 และ 100 องศาเซลเซียส และเพิ่มความเร็วอากาศจาก 0.8, 1.0, 1.4 และ 1.7 เมตรต่อวินาที จากผลการทดสอบพบว่า สมรรถนะของท่อความร้อนแบบสั่นจะแปรผันกับอุณหภูมิแหล่งให้ความร้อนและมุมในการติดตั้ง กรณีที่ใช้น้ำเป็นสารทำงาน ส่วนทำระเหยอยู่ด้านล่างอัตราการถ่ายเทความร้อนจะอยู่ในช่วง 44.3 – 602.1 วัตต์ ส่วนทำระเหยอยู่ด้านบนอัตราการถ่ายเทความร้อนจะอยู่ในช่วง 60.7 - 279.6 วัตต์ กรณีใช้อะซิโตนเป็นสารทำงาน ส่วนทำระเหยอยู่ด้านล่างอัตราการถ่ายเทความร้อนจะอยู่ในช่วง 333.3 – 3279.4 วัตต์ และกรณีส่วนทำระเหยอยู่

ด้านบนอัตราการถ่ายเทความร้อนจะมีค่า 0 – 212.5 วัตต์ ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 60 – 90 องศาเซลเซียส และมีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็น 2156.8 – 3232.0 วัตต์ ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 97 – 103 องศาเซลเซียส

DPU

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ปัญหานมโรงเรียนเน่าบูดขณะขนส่ง เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มจัดตั้งเริ่มจัดตั้งโครงการอาหารเสริม (นม) หรือโครงการนมโรงเรียนเมื่อปี พ.ศ.2535 และเกิดปัญหานี้ยังคงเกิดขึ้นจนถึงปัจจุบัน สร้างความเสียหายต่อผู้บริโภคเป็นอย่างมาก ซึ่งเกิดจากรูปแบบการขนส่งที่ใช้ถังพลาสติกแช่นมและใช้น้ำแข็งในการควบคุมอุณหภูมิ จึงขาดการควบคุมอุณหภูมิที่มีประสิทธิภาพ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน พัฒนารูปแบบการขนส่งนมโรงเรียนโดยใช้รถห้องเย็นและเพื่อจัดทำและทดสอบระบบทำความเย็นในรถบรรทุกขนาดเล็ก สามารถควบคุมอุณหภูมินมโรงเรียนขณะขนส่งได้ 8 องศาเซลเซียสตามมาตรฐานที่กำหนด และลดต้นทุนการผลิตระบบห้องเย็นในรถบรรทุกขนาดเล็ก

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย มีดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษารูปแบบการขนส่งนมโรงเรียนในปัจจุบัน

3.2 จัดหาวัตถุดิบการผลิตเครื่องทำความเย็น

3.3 วิเคราะห์เครื่องมือสำหรับผลิตเครื่องทำความเย็น

3.4 ใช้โปรแกรมวิเคราะห์การผลิตเครื่องทำความเย็น

3.2 ศึกษารูปแบบการขนส่งนมโรงเรียนในปัจจุบัน

ตามหลักเกณฑ์และแนวทางปฏิบัติโครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียน ภาคเรียนที่ 2/2554 มีแนวปฏิบัติในการขนส่งและเก็บรักษานมโรงเรียน ดังนี้

3.2.1 การขนส่งนมโรงเรียนขอผู้ประกอบการ

นมพาสเจอร์ไรส์ต้องขนส่งด้วยรถห้องเย็น มีความเย็นที่อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส โดยการขนส่งจะต้องรักษาความเย็นไว้ตลอดเวลา

นม ยู.เอช.ที. ต้องขนส่งด้วยรถบรรทุกที่มีตู้ หรือหลังคา หรือผ้าใบปิดมิดชิด โดยบรรจุในลังกระดาษไม่ควรซ้อนลังสูงเกิน 10 ชั้น

ผู้ประกอบการต้องแจ้งรายชื่อผู้รับจ้างขนส่งนมโรงเรียน มาให้กับองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทยและกำกับดูแลคุณภาพ และบริการของผู้รับจ้างขนส่งนมโรงเรียนตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด และให้องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทยแสดงบัญชีรายชื่อผู้รับจ้างขนส่งนมโรงเรียนของผู้ประกอบการแต่ละราย บนเว็บไซด์ขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย เพื่อให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและโรงเรียนเอกชนสามารถตรวจสอบรายชื่อสำหรับการติดต่อประสานงานการจัดส่งนมโรงเรียนได้

ผู้ประกอบการต้องกำหนดให้ผู้รับจ้างขนส่งนมโรงเรียน จัดส่งนมไปยังโรงเรียน ในวันและเวลาราชการ หากมีการเปลี่ยนแปลงวันและเวลาในการจัดส่งนม ต้องได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางโรงเรียนก่อน

3.2.2 การเก็บรักษานมโรงเรียนของโรงเรียน หรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หรือหน่วยจัดซื้อ

นมพาสเจอร์ไรส์ ต้องเก็บในตู้เย็นหรือหากใช้ถังแช่ ต้องเป็นถังแช่ที่สะอาดและใช้น้ำแข็งที่สะอาด โดยผู้ประกอบการเป็นผู้จัดหาให้กับโรงเรียน และโรงเรียนจะต้องดูแลให้นมมีความเย็นที่อุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส โดยผู้ประกอบการเป็น ผู้จัดหาเทอร์โมมิเตอร์ (ชนิดก้านเหล็ก) ในการตรวจวัดอุณหภูมิให้กับโรงเรียน

นม ยู.เอช.ที. ต้องมีสถานที่จัดเก็บที่สะอาดสามารถป้องกันสัตว์พาหะ โดยบรรจุในลังกระดาษ ไม่ควรซ้อนลังสูงเกิน 8 ชั้น หรือกรณีกล่องนมที่ห่อด้วยฟิล์มพลาสติกไม่ควรวางซ้อนสูงเกิน 5 ชั้น และ เก็บรักษาในสภาพที่สะอาดบนชั้นยกสูงจากพื้นอย่างน้อย 10 เซนติเมตร วางเก็บรักษาที่อุณหภูมิไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่เปียกชื้นไม่ถูกแสงแดดโดยตรง

3.3 การจัดหาวัตถุดิบการผลิตเครื่องทำความเย็น

การจัดหาวัตถุดิบการผลิตเครื่องทำความเย็น สามารถหาซื้อวัตถุดิบทุกประเภทได้ในประเทศไทย มีรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แหล่งวัตถุดิบการผลิตเครื่องทำความเย็น

อุปกรณ์และสารเคมี	แหล่งวัตถุดิบ
Cover Condenser	กรุงเทพฯ
Condenser	กรุงเทพฯ
Motor Condenser	สมุทรสาคร
Receiver	กรุงเทพฯ
Expansion Valve	สมุทรปราการ
Evaporator	กรุงเทพฯ
Control Panel	กรุงเทพฯ
Compressor	สมุทรปราการ
Magnetic Clutch	สมุทรปราการ
Relay, Relay Socket	กรุงเทพฯ
Cable	กรุงเทพฯ
Cable Protection	กรุงเทพฯ
Fuse	กรุงเทพฯ
Refrigerant Pipe	กรุงเทพฯ
Insulation Pipe	กรุงเทพฯ
Accessory Kit	กรุงเทพฯ
Compressor Oil	สมุทรปราการ
Refrigerant R134a	กรุงเทพฯ

3.4 การวิเคราะห์เครื่องมือสำหรับการผลิตเครื่องทำความเย็น

การขนส่งนมโรงเรียนชนิดพาสเจอร์ไรส์โดยรถห้องเย็นเพื่อเก็บรักษานมโรงเรียนขณะขนส่งด้วยอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จึงเลือกใช้เครื่องมือที่ใช้ผลิตเครื่องทำความเย็นที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการผลิตความเย็นอุณหภูมิบวกและมีรูปร่างลักษณะเหมาะสมกันพื้นที่ที่ติดตั้ง ซึ่งมีขั้นตอนการศึกษาข้อมูล ออกแบบ วิเคราะห์ต้นทุน จนถึงขั้นตอนการผลิตและติดตั้งจริง

ดังนั้นการศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน สามารถใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการผลิตติดตั้งหรือซ่อมบำรุงเครื่องทำความเย็น โดยมีรายการเครื่องมือและอุปกรณ์หลักดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดเครื่องมือสำหรับการผลิตเครื่องทำความเย็น

เครื่องมือ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวน	รายละเอียด
1. ชุดเครื่องมือช่าง 94 ชิ้น	3,800	6 ชุด	1-PC 1/4"Dr. Ratchet Handle 12-PC 1/4"Dr. Sockets 3-PC 1/4"Dr. Extension Bars 1-PC 1/4"Dr. Universal Joint 1-PC 1/4"Dr. Sliding T-Bar 1-PC 1/4"Dr. Spinner Handle 1-PC 1/4"Dr. x 1/4"Hex Coupler 1-PC 1/2"Dr. Ratchet Handle 15-PC 1/2"Dr. Sockets 2-PC 1/2"Dr. Extension Bars 1-PC 1/2"Dr. Sliding T-Head 2-PC 1/2"Dr. Spark Plug Socket 1-PC 1/2"Dr. Universal Joint 1-PC 1/2"Dr. x 8mm Hex Coupler 9-Pc German Type Comb. Wrench 9-Pc Mechanical S/Driver 16-Pc 1/4" x 25mmL Bit 16-Pc 8mm x 30mmL Bit 1-Pc Blow Mold Case

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดเครื่องมือสำหรับการผลิตเครื่องทำความเย็น (ต่อ)

เครื่องมือ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวน	รายละเอียด
2. ชุดคีม	180	6 ชุด	- คีมย้ำหางปลาแบบหุ้ม - คีมย้ำหางปลาแบบเปลือย - คีมปอกสายไฟ - คีมตัดสายไฟ - คีมตัดน็อต
3. ชุดเชื่อมแก๊ส	4,500	3 ชุด	ชุดเชื่อมแก๊สขนาด 1.5 คิว
4. ชุดบานท่อทองแดงและคัตเตอร์	850	4 ชุด	ชุดบานท่อทองแดง (ชุดบานแป๊ป) ประกอบด้วย - ตัวจับท่อ ขนาด 3/16", 1/4", 5/16", 3/8", 1/2", 5/8" - ตัวบานแป๊ป ชนิดหมุน - ที่ตัดแป๊ปกลาง (คัตเตอร์) TC-274 (1/8" - 1-1/8") - มีกล่องพลาสติก หิ้วไปทำงานได้สะดวก

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดเครื่องมือสำหรับการผลิตเครื่องทำความเย็น (ต่อ)

เครื่องมือ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวน	รายละเอียด
5. เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง	3,500	1 เครื่อง	- แรงดันน้ำ 70 bar - ปริมาณน้ำ 5-6 L/min - กำลังไฟฟ้า 1.5 kW - ความเร็วรอบ 2800 rev/min - อุณหภูมิน้ำสูงสุด 50 °C - ฉีดได้ไกล 5 m. - ความยาวสาย 5 m. - น้ำหนัก 12 kg.
6. สว่านไฟฟ้า	1,600	2 เครื่อง	- กำลังไฟฟ้า 350 W - เจาะเหล็ก/ไม้ 6.5/ 15 mm. - เจาะอลูมิเนียม 8 mm. - ความเร็วรอบ 0-4000 rev/min - น้ำหนัก 1.1 kg.
7. เครื่องเจียร	1,750	1 เครื่อง	- กำลังไฟฟ้า 560 W - ขนาดแผ่นเจียร 100 mm. - ขนาดแกน M 10 x 1.25 - ความเร็วรอบขณะหมุนรอบเปล่า 12,000 rev/min

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดเครื่องมือสำหรับการผลิตเครื่องทำความเย็น (ต่อ)

เครื่องมือ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวน	รายละเอียด
8. ด้ามขันปอนด์	2,200	2 อัน	- ขนาด 1/4" - ความยาว 275 mm. (1") - ปริมาณ 5-25 N-M / 10-200 INCH-LB
9. แม่แรงตะเข้	3,450	2 อัน	- ขนาด 3.0 Ton (KLJ-3S) - ความสูงต่ำสุด 145 mm. - ความสูงยกสูงสุด 510 mm. - ขนาด 346 x 695 x 180 cm. - น้ำหนัก 36 kg.
10. สามขาตั้งรถยนต์	1,000	3 คู่	- ยกงานหนักไม่เกิน 3 ตัน - ความสูงต่ำสุด 28 cm. - ความสูงยกสูงสุด 40 cm. - น้ำหนักรวม 6 kg.
11. ตลับเมตร	73	6 อัน	- ขนาด 5 m. x 25 mm. - มีระบบล็อคและหัวเทปยึดด้วยหัวหมุดถึง 3 จุด - หุ้มยางเพิ่มความกระชับในการวัดยิ่งขึ้น - มีสติ๊กเกอร์รับรองจากสำนักงานการชั่ง ตวงวัด

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดเครื่องมือสำหรับการผลิตเครื่องทำความเย็น (ต่อ)

เครื่องมือ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวน	รายละเอียด
12. เกจ์วัดคู่สารทำความเย็น	1,550	4 อัน	- สาย 36 นิ้ว 3 สาย - มีตาแมวดูดสารทำความเย็น
13. รถกระบะ	459,000	1 คัน	- เครื่องยนต์ 2.5 J-ECO - รุ่นสแตนดาร์ด - สีเมทัลลิก

3.5 การใช้โปรแกรมวิเคราะห์การผลิตเครื่องทำความเย็น

3.5.1 โปรแกรม Minitab 14

Minitab 14 เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปใช้ประมวลผลข้อมูลทางด้านสถิติในส่วนของการประมวลผลและการแสดงผลข้อมูลในลักษณะของตัวเลขและผลในลักษณะของกราฟ เป็นเครื่องมือเพื่อการศึกษาวิจัยด้านการปรับปรุงคุณภาพ ประกอบกับเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ทำให้การวิเคราะห์ผลลัพธ์ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series) เป็นฟังก์ชั่นการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมตามลำดับเวลาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง แสดงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามเวลาในอดีตจนถึงปัจจุบัน ตลอดจนดูแนวโน้มของข้อมูลเพื่อคาดคะเนหรือพยากรณ์ข้อมูลที่เกิดขึ้นในอนาคตโดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ (Forecasting) ทำให้เกิดการดำเนินงานมีประสิทธิภาพ

ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ ลักษณะขอบเขตของเวลา และลักษณะของขอบเขตของความถี่ โดยการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเป็นการเคลื่อนไหวของ

ข้อมูลในลักษณะขอบเขตของเวลา และควรใช้กราฟช่วยในการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลซึ่งขึ้นกับวัตถุประสงค์และความต้องการ

ส่วนประกอบของข้อมูลอนุกรมเวลาแบ่งได้เป็น 4 ส่วน คือ

1) แนวโน้ม (Trend: T) คือ การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างช้าๆ ในช่วงระยะเวลาที่ยาวนาน

2) ความผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal Variation: S) คือ การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดขึ้นเนื่องจากผลของฤดูกาล โดยเกิดขึ้นซ้ำๆ อาจเป็นเดือน ไตรมาส หรือปี จนกลายเป็นแผนเดียวกัน ในการวิเคราะห์การผันแปรตามฤดูกาลนี้จะวัดออกมาในรูปของดัชนีฤดูกาล (Seasonal Index) เพื่อนำค่าดัชนีฤดูกาลมาใช้ในการพยากรณ์ตามรูปแบบต่างๆต่อไป และจำเป็นต้องศึกษาลักษณะของรายละเอียดและการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลแต่ละชุด

3) ความผันแปรตามวัฏฐจักร (Cyclical: C) คือ การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เป็นไปตามวัฏฐจักร ซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงมี 4 ระยะ ได้แก่ ระยะธุรกิจเจริญรุ่งเรือง ระยะที่ธุรกิจค่อยๆ ตกต่ำและระยะที่ธุรกิจฟื้นตัว โดยบางชุดข้อมูลอนุกรมเวลาอาจจะมีครบหรือไม่ครบทั้ง 4 ระยะก็ได้

4) ความผันแปรที่ไม่แน่นอน (Irregular: I) คือ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ไม่มีรูปแบบแน่นอน จึงไม่สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์ความผันแปรที่ไม่แน่นอนโดยใช้ข้อมูลจากอดีตได้ ความผันแปรที่ไม่แน่นอนอาจมีอิทธิพลจากภาวะผิดปกติ เช่น ภัยธรรมชาติ สงคราม การหยุดงาน เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ตัวแปรต่างๆผิดปกติ

3.5.2 โปรแกรม WinQSB

โปรแกรม WinQSB เป็นโปรแกรมหนึ่ง ที่ช่วยวิเคราะห์งานทางด้าน Operation Research ได้เป็นอย่างดี และมีส่วนติดต่อสำหรับผู้ใช้ที่ค่อนข้างใช้งานได้ง่าย และแบ่งหัวข้อของการจัดการในแต่ละส่วนชัดเจน สามารถวิเคราะห์งานในระดับซับซ้อนได้ค่อนข้างดี ทำให้ได้รับความนิยมสูงโปรแกรมหนึ่งในปัจจุบัน

1) การใช้งานทางด้าน PERT / CPM

ภายในโปรแกรม WinQSB มีการวิเคราะห์ถึงทางเดินวิกฤต ที่ช่วยในการจัดการวิเคราะห์การเร่งงาน เกี่ยวกับ PERT / CPM ที่มีความสามารถ และยังมีส่วนที่เป็นรายงานผลและทำการวิเคราะห์ให้ สามารถวิเคราะห์ความน่าจะเป็นเกี่ยวกับข่ายงาน PERT ซึ่งมีถึง 15 โหนด การแจกแจงและให้เลือกในการคำนวณเกี่ยวกับเวลาสามารถแสดงผลในการวิเคราะห์ในรูปแบบของกราฟได้และสามารถแสดงผลในรูปแบบของ Gantt Chart ได้ ในการรับข้อมูลจะใช้ในรูปแบบเมตริกซ์ ซึ่งทำให้ง่ายและไม่สับสนในการป้อนข้อมูลของระยะเวลาและค่าใช้จ่าย

2) เทคนิคของการคำนวณ CPM เพื่อหางานและสายงานวิกฤต

เทคนิค CPM เทคนิคการวิเคราะห์ข่ายงานโครงการ โดยถือว่าระยะเวลาของงานหรือกิจกรรมทราบค่าแน่นอนและมีค่าเดียว เทคนิค CPM จะใช้กับโครงการประเภทซ่อมบำรุงและก่อสร้าง โดยลักษณะของงานจะเป็นงานที่เคยทำมาก่อน สามารถประมาณเวลาและค่าใช่จ่ายได้ค่อนข้างแน่นอนสัญลักษณ์ที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

E_i , E_j แทน เวลาเร็วที่สุดที่เหตุการณ์ i หรือ j สามารถเกิดขึ้นได้ (Earliest occurrence time)

L_i, L_j แทน เวลาช้าที่สุดที่เหตุการณ์ i หรือ j สามรถเกิดขึ้นได้ (Latest occurrence time)

$T_{i,j}$ แทน ระยะเวลาของงาน (i, j)

$ES_{i,j}$ แทน เวลาเร็วที่สุดที่งาน (i, j) สามารถเริ้มต้นได้ (Earliest start time)

$EF_{i,j}$ แทน เวลาเร็วที่สุดที่งาน (i, j) สามารถแล้วเสร็จได้ (Earliest finish time)

$LS_{i,j}$ แทน เวลาช้าที่สุดที่งาน (i, j) สามรถเริ่มต้นได้ (Latest start time)

$LF_{i,j}$ แทน เวลาช้าที่สุดที่งาน (i, j) สามารถแล้วเสร็จได้ (Latest finish time)

F_i แทน เวลาเหลือของเหตุการณ์ i (Float or Slack time)

$TF_{i,j}$ แทน เวลาเหลือรวมของงาน (i, j) (Total float)

$SF_{i,j}$ แทน เวลาเหลือปลอดภัยของงาน (i, j) (Safety float)

$FF_{i,j}$ แทน เวลาเหลือเสรีของงาน (i, j) (Free float)

2.1) การคำนวณเวลาเริ่มต้นและเวลาแล้วเสร็จของแต่ละงานมี 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคำนวณไปข้างหน้า (Forward pass)

เป็นการคำนวณหาเวลาเริ่มต้นเร็วสุดและเวลาแล้วเสร็จเร็วสุดของแต่ละงานจากเหตุการณ์สุดท้าย (n) โดยมีสูตรที่ใช่ในการคำนวณคือ

$$E_1 = 0 \; ; \; EF_{i,j} = E_i + t_{i,j} \; ; \; E_j = \max_i [E_i + t_{i,j}]$$

$$ES_{i,j} = 0; \; EF_{i,j} = ES_{i,j} + t_{i,j} \; ; \; ES_j = \max_i [EF_{i,j}]$$

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณย้อนหลัง (Backward pass)

เป็นการคำนวณหาเวลาเริ่มต้นช้าสุดและเวลาแล้วเสร็จช้าสุดของแต่ละงานจากเหตุการณ์สุดท้าย (n) จนถึงเหตุการณ์แรก (1) โดยมีสูตรที่ใช่ในการคำนวณคือ

$$L_n = E_n \; ; \; LS_{i,j} = L_j - t_{i,j} \; ; \; L_i = \min_j [L_j - t_{i,j}]$$

$$LF_{i,n} = L_n = LF_{i,j} - t_{i,j} \; ; \; LF_i = \min_j [LS_{i,j}]$$

2.2) การคำนวณเวลาเหลือหรือเวลายืดหยุ่น

เวลาเหลือยืดหยุ่นเป็นเวลาหนึ่งของงานในสายงานซึ่งไม่ใช่สายงานวิกฤต และสามรถให้ช้าหรือเร็วขึ้นได้ ในขอบเขตของเวลาที่เป็นไปได้ เวลายืดหยุ่นจึงมีประโยชน์ในการอธิบายถึงความคล่องตัวของการวางงานในสายงานที่ไม่ใช่สายงานวิกฤต สำหรับในที่นี้ จะใช้ค่า เวลาเหลือรวมของงาน $TF_{i,j}$ มาใช้คำนวณหาเวลาเหลือรวมของงาน

$$TF_{i,j} = L_j - E_i - t_{i,j} = LE_{i,j} - EF_{i,j} = LS_{i,j} - ES_{i,j}$$

3) งานวิกฤตและสายงานวิกฤต

งานวิกฤต (Critical activity) หมายถึง งาน ต่างๆที่มีความสำคัญซึ่งเป็นส่วนกำหนดและควบคุมการเสร็จสิ้นของโครงการ และงาน i , j ใดๆ ที่มีค่า $TF_{i,j} = 0$ เรียกว่า “งานวิกฤต”

สายงานวิกฤต (Critical path) หมายถึง สายงานที่ประกอบด้วยงานวิกฤตทั้งหมด เป็นสายงานที่ยาวที่สุดในข่ายงาน นั่นคือโครงการจะแล้วเสร็จได้ก็ต่อเมื่อทุกๆ งานในโครงการจะต้องแล้วเสร็จทั้งหมด

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน ซึ่งมุ่งเน้นการลดต้นทุนการผลิตเครื่องทำความเย็นเพื่อควบคุมอุณหภูมิการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการขนส่งจนถึงมือผู้บริโภคนมตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข งานวิจัยนี้ศึกษาวิเคราะห์ด้านการตลาด ด้านเทคนิควิศวกรรม ด้านการบริหาร และด้านการเงิน นำเสนอผลการวิจัยเรียงลำดับดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ด้านการตลาด

ความต้องการของตลาดเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน นั่นคือ ผู้ประกอบการจำหน่ายและขนส่งนมโรงเรียนในทั้งหมดประเทศไทย เพื่อขนส่งนมโรงเรียนชนิดพาสเจอร์ไรส์แก่โรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนเอกชน ซึ่งนมพาสเจอร์ไรส์ต้องขนส่งด้วยรถห้องเย็นมีความเย็นที่อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสโดยการขนส่งจะต้องรักษาความเย็นไว้ตลอดเวลา ตามแนวปฏิบัติในการขนส่งและเก็บรักษานมโรงเรียนของหลักเกณฑ์และแนวทางปฏิบัติโครงการอาหารเสริม(นม)โรงเรียนหรือโครงการนมโรงเรียน

4.1.1 ขนาดของตลาด (Market size)

โครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียนหรือโครงการนมโรงเรียนสำหรับภาคเรียนที่ 2/2554 ประกอบด้วยจำนวนผู้ประกอบการที่มีสิทธิจำหน่ายและขนส่งนมในโครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียนจำนวน 70 ราย แบ่งออกเป็นกลุ่มผู้ประกอบการแปรรูปนมรายใหญ่ กลุ่มผู้ประกอบการแปรรูปนมพาสเจอร์ไรซ์เอกชน กลุ่มสหกรณ์โคนมและองค์กรเกษตรกรและกลุ่มวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีและสถาบันการศึกษา ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 บัญชีรายชื่อผู้ประกอบการที่มีสิทธิจำหน่ายและขนส่งนมในโครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียน

ลำดับที่	รายชื่อผู้ประกอบการแปรรูปนม
กลุ่มผู้ประกอบการแปรรูปนมรายใหญ่	
1	บริษัท คันทรีเฟรช แดรี่ จำกัด
2	บริษัท ซีพี-เมจิ จำกัด
3	บริษัทโฟร์โมสต์ฟรีสแลนด์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
4	บริษัทโฟร์โมสต์อาหารนม (กรุงเทพฯ) จำกัด
5	บริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด
6	สหกรณ์โคนมหนองโพราชบุรี จำกัด
7	สหกรณ์โคนมวังน้ำเย็น จำกัด
8	องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (ภาคกลาง)
	องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (ภาคใต้)
	องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)
	องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (ภาคเหนือตอนล่าง)
	องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (ภาคเหนือตอนบน)
9	บริษัท แดรี่พลัส จำกัด
10	บริษัท พรีมาไฮควอลิตี้ จำกัด
11	บริษัท เชียงใหม่เฟรชมิลค์ จำกัด

ตารางที่ 4.1 บัญชีรายชื่อผู้ประกอบการที่มีสิทธิจำหน่ายและขนส่งนมในโครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียน (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อผู้ประกอบการแปรรูปนม
กลุ่มผู้ประกอบการแปรรูปนมพาสเจอร์ไรซ์เอกชน	
12	บริษัท ขอนแก่นแดรี่ส์ จำกัด
13	บริษัท ชุมชนล้านนา จำกัด
14	บริษัท ซันไรส์ แดรี่ จำกัด
15	บริษัท ทุ่งกุลา แดรี่ฟู้ดส์ จำกัด
16	บริษัท ธวัชฟาร์ม จำกัด
17	บริษัท นำศรีชล 96 จำกัด
18	บริษัท บุณยเกียรติไอศกรีม จำกัด
19	บริษัท ภัทรฟู้ดส์ จำกัด
20	บริษัท สารคามเกษตร จำกัด
21	บริษัทมอมิลค์ จำกัด
22	บริษัท แมรี่ แอน แดรี่ โปรดักส์ จำกัด
23	บริษัท ยูไนเต็ดแดรี่ฟูดส์ (บริษัท ยูไนเต็ดแดรี่ฟาร์ม) จำกัด
24	บริษัท ริเวอร์ฟู้ด จำกัด
25	บริษัท สิทธิพร แดรี่ จำกัด
26	ห้างหุ้นส่วนจำกัด โคนมอุบลราชธานี
27	ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี แอนด์ พี โปรมิลค์มาร์เก็ตติ้ง
28	ห้างหุ้นส่วนจำกัดผลิตภัณฑ์นมชุมชนบ้านหมี่
29	ห้างหุ้นส่วนจำกัดมหาสารคามนมสด
30	ฟาร์มชินบัญชร (นางมณี ไชยวิริยโชติ)
31	บริษัท ไฮแลนด์ แดรี่ จำกัด

ตารางที่ 4.1 บัญชีรายชื่อผู้ประกอบการที่มีสิทธิจำหน่ายและขนส่งนมในโครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียน (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อผู้ประกอบการแปรรูปนม
	กลุ่มสหกรณ์โคนมและองค์กรเกษตรกร
32	โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา
33	ศูนย์รวบรวมนม สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์สกลนคร
34	กลุ่มผู้เลี้ยงโคนมเขื่อนป่าสัก
35	กลุ่มอาชีพผู้เลี้ยงโคนมหนองหญ้าไซ
36	สหกรณ์การเกษตรเมืองสุพรรณบุรี จำกัด
37	สหกรณ์โคนมกำแพงแสน จำกัด
38	สหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด
39	สหกรณ์โคนมชะอำ - ห้วยทราย จำกัด
40	สหกรณ์โคนมเชียงใหม่ จำกัด
41	สหกรณ์โคนมเชียงราย จำกัด
42	สหกรณ์โคนมซอนต้าจอมบึง จำกัด
43	สหกรณ์โคนมนครปฐม จำกัด
44	สหกรณ์โคนมบ้านบึง จำกัด
45	สหกรณ์โคนมพัทลุง จำกัด
46	สหกรณ์โคนมเมืองจันท์ จำกัด
47	สหกรณ์โคนมวาริชภูมิ จำกัด
48	สหกรณ์โคนมวารินชำราบ จำกัด
49	สหกรณ์โคนมสอยดาว จำกัด
50	สหกรณ์โคนมอุดรธานี จำกัด
51	สหกรณ์ปศุสัตว์เขาขลุง ราชบุรี จำกัด

ตารางที่ 4.1 บัญชีรายชื่อผู้ประกอบการที่มีสิทธิจำหน่ายและขนส่งนมในโครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียน (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อผู้ประกอบการแปรรูปนม
กลุ่มวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี และสถาบันการศึกษา	
52	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
53	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
54	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีบุรีรัมย์
55	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีร้อยเอ็ด
56	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลพบุรี
57	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงราย
58	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีกำแพงเพชร
59	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีขอนแก่น
60	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีชุมพร
61	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีตาก
62	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครสวรรค์
63	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเพชรบุรี
64	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีราชบุรี
65	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีศรีสะเกษ
66	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสระแก้ว
67	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุโขทัย
68	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี
69	สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม
70	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (วิทยาเขตชุมพร)

ผู้ประกอบการดังตารางที่ 4.1 แจ้งความประสงค์ในการจัดสรรสิทธิการจำหน่ายลงในระดับภาค ซึ่งเป็นตามมติคณะกรรมการโคนมและผลิตภัณฑ์นม ครั้งที่ 6/2554 เมื่อวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ.2554 ข้อมูลจากสำนักบริหารงานคณะกรรมการนมโรงเรียน องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การจัดสรรสิทธิการจำหน่ายลงในระดับภาค

ภาค	จำนวนจังหวัด	จำนวนสิทธิการจำหน่าย (กล่อง-ถุง/วัน)
ภาคกลาง	17	ไม่เกิน 1,917,796
ภาคใต้	22	ไม่เกิน 1,892,045
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	20	ไม่เกิน 2,808,344
ภาคเหนือ	17	ไม่เกิน1,335,450
รวมทั้งสิ้น	76	ไม่เกิน 7,953,635

4.1.2 แนวโน้มของตลาด (Market Trend)

จากการพิจารณาการจัดงบประมาณโครงการอาหารเสริม(นม)หรือโครงการนมโรงเรียนที่เพิ่มขึ้นทุกปี เช่น งบประมาณปีพ.ศ. 2535 - 2546 ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 รายละเอียดงบประมาณโครงการอาหารเสริม(นม)หรือโครงการนมโรงเรียนในปี พ.ศ. 2535 – 2546

ปีงบประมาณ	ชั้นเรียน	จำนวนนักเรียน(คน)	จำนวนวัน	งบประมาณ (ล้านบาท)
2535	อนุบาล	696,625	120	278.60
2536	อนุบาล	1,267,199	120	423.80
2537	อนุบาล	1,623,683	200	1,207.60
2538	อนุบาล - ป1	2,802,612	200	1,715.00
2539	อนุบาล - ป2	3,518,192	200	2,213.20
2540	อนุบาล - ป3	5,010,776	200	4,334.77
2541	อนุบาล - ป4	5,389,842	200	5,323.75
2542	อนุบาล - ป4	5,841,732	200	5,356.43

ตารางที่ 4.3 รายละเอียดงบประมาณโครงการอาหารเสริม(นม)หรือโครงการนมโรงเรียนในปี พ.ศ. 2535 – 2546 (ต่อ)

ปีงบประมาณ	ชั้นเรียน	จำนวนนักเรียน(คน)	จำนวนวัน	งบประมาณ (ล้านบาท)
2543	อนุบาล - ป4	5,905,000	200	5,981.35
2544*	อนุบาล - ป4	6,224,752	200	6,070.19
2545	อนุบาล - ป4	5,836,286	230	6,752.35
2546	อนุบาล - ป4	5,961,373	230	6,819.03

หมายเหตุ ปีงบประมาณ 2544 จะรวมสนับสนุนเด็กนักเรียนชั้น ป. 5 และ ป. 6 ที่มีน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ด้วย (ของกรมอนามัย)

ที่มา: http://www.dld.go.th/doc/schoolm3.html (ศูนย์ปฏิบัติการปศุสัตว์, 2555, มกราคม)

ประกอบกับจำนวนประชากรที่มากขึ้นจึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็นมีแนวโน้มสูงขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ.2536 จนถึงปี พ.ศ.2554 ดังตารางที่ 4.4 และแสดงแนวโน้มดังรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.4 จำนวนประชากรในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ.2536 – 2554

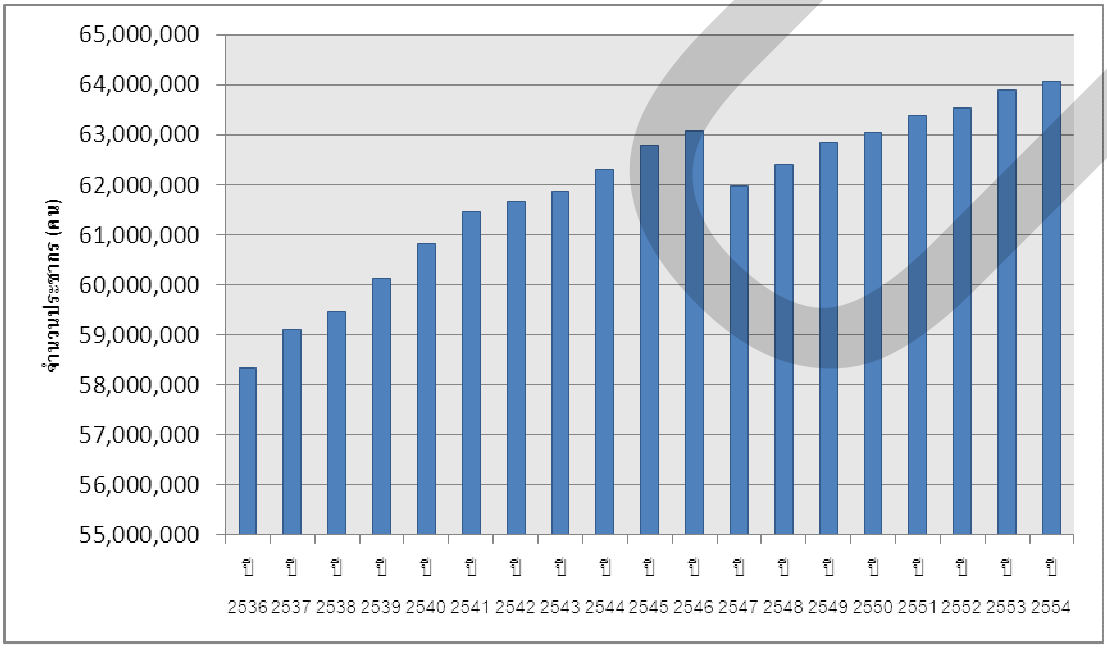
ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)
2536	59,095,419
2537	59,460,382
2538	59,460,382
2539	60,116,182
2540	60,816,227
2541	61,466,178
2542	61,661,701
2543	61,878,746
2544	62,308,887

ตารางที่ 4.4 จำนวนประชากรในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2536 – 2554 (ต่อ)

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)
2545	62,799,872
2547	61,973,621
2546	63,079,765
2548	62,418,054
2549	62,828,706
2550	63,038,247
2551	63,389,730
2552	63,525,062
2553	63,878,267
2554	64,076,033

ที่มา: สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง

(http://stat.bora.dopa.go.th/xstat/popyear.html, 2555, มกราคม)

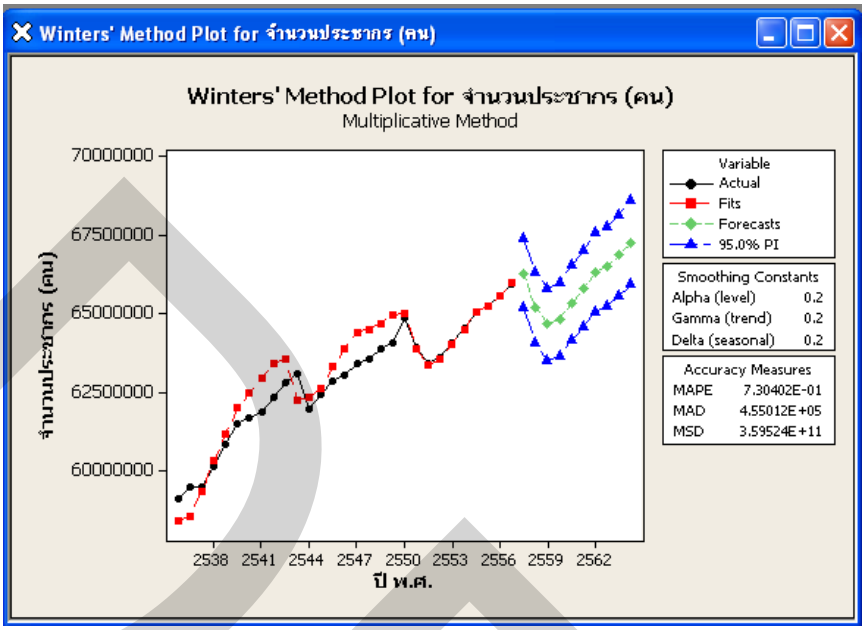


รูปที่ 4.1 จำนวนประชากรในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2536 จนถึงปี พ.ศ. 2554

สามารถพยากรณ์จำนวนประชากรในประเทศไทย ใช้ข้อมูลพยากรณ์จำนวนประชากรย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ.2536 – 2554 โดยใช้โปรแกรม Minitab 14 เพื่อหาแนวโน้มจำนวนประชากรในประเทศไทยในอนาคตจำนวน 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2555 – 2564 ซึ่งจำนวนประชากรในอนาคตมีผลต่อการเติบโตของตลาดเครื่องทำความเย็น ดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลการพยากรณ์จำนวนประชากรในประเทศไทยในอนาคต ในปี พ.ศ. 2555 – 2564 โดยใช้ โปรแกรม Minitab 14

ปี พ.ศ.	**จำนวนประชากร (คน)**
2555	64,875,459
2556	63,901,710
2557	63,404,994
2558	63,571,513
2559	64,075,986
2560	64,518,850
2561	65,033,072
2562	65,219,101
2563	65,546,927
2564	65,913,819



รูปที่ 4.2 แนวโน้มของจำนวนประชากรไทยในอนาคต ในปี พ.ศ.2555 – 2564 โดยใช้ โปรแกรม Minitab 14

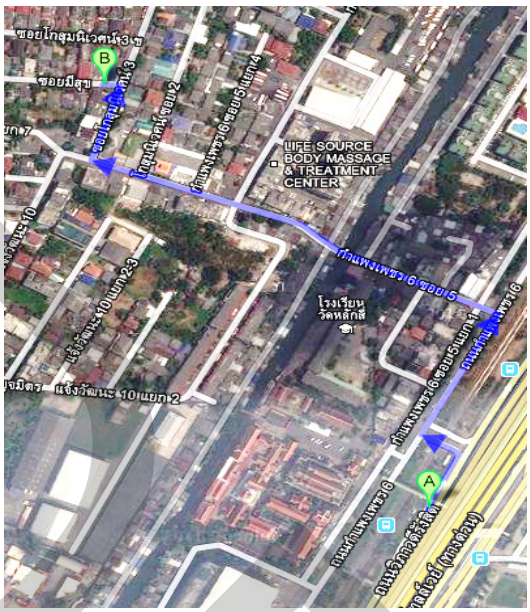
4.1.3 การศึกษาส่วนแบ่งของตลาด (Market share)

ตลาดของเครื่องทำความเย็น มีคู่แข่งในตลาดที่เป็นโรงงานติดตั้งเครื่องทำความเย็น จำนวน 6 รายโดย 5 ราย นำเข้าเครื่องทำความเย็นจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาสูง อีก 1 ราย ผลิตเครื่องทำความเย็นเองในประเทศไทย การผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน จึงมีคู่แข่งขันเพียง 1 ราย คือ บริษัท เอ็มพีซีคูล จำกัด จังหวัดสมุทรสาคร ผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียนในราคา 50,000 บาท

ทำเลที่ตั้งโรงงานและสำนักงาน เพื่อดำเนินกิจการผลิตเครื่องทำความเย็นนี้ จึงเลือกอาคารสร้างสำเร็จเพื่อทำอู่ซ่อมรถยนต์หรือโกดัง สำนักงาน พร้อมที่อยู่ ย่านหลักสี่ ซอยมีสุข1 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ เนื้อที่ 200 ตารางวา ประกอบด้วย พื้นที่โรงงานและอาคาร 2 ชั้น 4 ห้อง 5 ห้องน้ำ พร้อมเครื่องปรับอากาศและเฟอร์นิเจอร์ (รูปที่ 4.3) เข้าได้สองทาง คือ ทางถนนแจ้งวัฒนะ (ซอยแจ้งวัฒนะ 10) และ ถนนวิภาวดี ใกล้ดอนเมืองและไอทีสแควร์ ราคา 5,700,000 บาท

รูปที่ 4.3 สำนักงานและโรงงานกิจการผลิตเครื่องทำความเย็น

ที่ตั้งสำนักงานและโรงงานกิจการการผลิตเครื่องทำเย็นใกล้แหล่งวัตถุดิบ ซึ่งส่วนใหญ่แหล่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเครื่องทำความเย็นอยู่ในเขตกรุงเทพฯ ช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ทำให้วัตถุดิบมีต้นทุนถูกลง ลดระยะเวลาการรอคอยวัตถุดิบเนื่องจากการขนส่ง เส้นทางการขนส่งสะดวกทั้งการขนส่งวัตถุดิบ การติดต่อประสานงาน การเดินทางเพื่อติดตั้งหรือซ่อมเครื่องทำความเย็นให้แก่ลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว และลูกค้าที่ใช้เส้นทางถนนวิภาวดีรังสิตสามารถเดินทางเข้ามาติดต่อสอบถามได้ง่าย เนื่องจากเส้นทางไม่ซับซ้อน ซึ่งจากตำแหน่งถนนวิภาวดีรังสิต (จุด A) ถึงซอยมีสุขที่ตั้งสำนักงานและโรงงานผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน (จุด B) มีระยะทาง 500 เมตร ดังรูปที่ 4.4 ตลาดหรือผู้ประกอบการจำหน่ายนมโรงเรียนที่ดำเนินการจำหน่ายและขนส่งนมโรงเรียนในกรุงเทพฯมีจำนวน 17 ราย จำหน่ายและขนส่งนมโรงเรียนจำนวน 274,100 ถุง/วัน ซึ่งเป็นปริมาณร้อยละ 14.29 ของจำนวนนมโรงเรียนในภาคกลางต่อวัน ส่งผลให้มีการใช้รถห้องเย็นเพื่อขนส่งนมโรงเรียนมีจำนวนมาก ดังตารางที่ 4.6



รูปที่ 4.4 เส้นทางจากถนนวิภาวดีรังสิต (จุด A) เข้าสู่ที่ตั้งสำนักงานและโรงงานกิจการผลิตเครื่องทำเย็น (จุด B)

ตารางที่ 4.6 รายละเอียดของผู้ประกอบการและจำนวนนมโรงเรียนที่ส่งโรงเรียนในเขตกรุงเทพฯ

ลำดับ	รายชื่อประกอบการจำหน่ายนมโรงเรียน	สถานที่ติดต่อของผู้ประกอบการ	จำนวน (ถุง/วัน)
1	โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา	พระราชวังดุสิต ถ.ราชวิถี ต.สวนจิตรลดา เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10303	16,427
2	บริษัท คันทรีเฟรช แดรี่ จำกัด	อาคารวานิช 1126/1 แขวงมักกะสัน เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400	31,767
3	บริษัทเชียงใหม่เฟรชมิลค์ จำกัด	57/1 ม.6 ต.ท่าวังตาล อ.สารภี จ.เชียงใหม่ 50140	37,918
4	บริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด	140/1 อาคารเคี่ยนหงวน2 ชั้น16,20 ถนนวิทยุ ลุมพินี ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330	2,094
5	สหกรณ์โคนมวังน้ำเย็น จำกัด	669 ม.1 ต.วังใหม่ กิ่ง อ.วังสมบูรณ์ จ.สระแก้ว 27250	6,063

ตารางที่ 4.6 รายละเอียดของผู้ประกอบการและจำนวนนมโรงเรียนที่ส่งโรงเรียนในเขตกรุงเทพฯ (ต่อ)

ลำดับ	รายชื่อประกอบการจำหน่ายนมโรงเรียน	สถานที่ติดต่อของผู้ประกอบการ	จำนวน (ถุง/วัน)
6	สหกรณ์โคนมหนองโพราชบุรี จำกัด	119 ม.3 ต.หนองโพ อ.โพธาราม จ.ราชบุรี 70120	42,700
7	บริษัท โกลด์มิลค์ จำกัด	38 หมู่1 ต.ชมพู อ.สารภี จ.เชียงใหม่ 50140	2,098
8	บ.ทีดี แดรี่ฟูดส์ จำกัด	179 ม.11 ต.หนองบัว อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี 15140	5,261
9	บริษัท แมรี่ แอน แดรี่ โปรดักส์ จำกัด	80/6 ซ.สุขุมวิท 54 ถ.สุขุมวิท บางจาก พระโขนง กรุงเทพฯ 10250	23,830
10	บริษัทยูไนเต็ดแดรี่ฟูดส์ จำกัด	3059,3059/1-3 ต.บางจาก อ.พระโขนง กรุงเทพฯ 10260	15,694
11	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ศูนย์ผลิตภัณฑ์นม 50 ถ.พหลโยธิน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900	18,802
12	สหกรณ์โคนมนครปฐม จำกัด	95 ม.2 ถ.มาลัยแมน ต.ห้วยขวาง อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140	5,886
13	สหกรณ์โคนมบ้านบึง จำกัด	24/15 ม.1 ต.หนองชาก อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี 20170	78
14	บ.ศรีสยามโกลด์มิลล์ จำกัด	15/2 ม.1 ต.บ้านกล้วย อ.เมือง จ.สุโขทัย 64000	3,205
15	องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (สระบุรี)	160 ต.มวกเหล็ก อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี 18180	50,099
16	องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (ขอนแก่น)	344 ม.15 ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40260	1,181
17	องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (สุโขทัย)	198 ม.3 ต.คลองมะพลับ อ.ศรีนคร จ.สุโขทัย 64180	9,436
		รวม	274,100

4.1.4 การพยากรณ์ความต้องการของตลาด

จากข้อมูลการปริมาณการขายเครื่องทำความเย็นนำเข้าในแต่ละเดือนของบริษัทแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพฯในปี พ.ศ.2552 – 2554 และจากการสัมภาษณ์ฝ่ายขายของบริษัทที่ผลิตเครื่องทำความเย็นเพื่อขนส่งนมโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรสาคร ได้ประมาณปริมาณการขายในปี พ.ศ.2550 และ ปีพ.ศ.2551 มีปริมาณ 50 และ 60 เครื่อง ตามลำดับ และจากเอกสารการขายเครื่องทำความเย็นในปี พ.ศ. 2552 – 2554 ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบปริมาณการขายเครื่องทำความเย็น เพื่อขนส่งนมโรงเรียน จากบริษัทนำเข้าเครื่องทำความเย็นและบริษัทผลิตเครื่องทำความเย็นเอง ในปี พ.ศ. 2552 – 2554

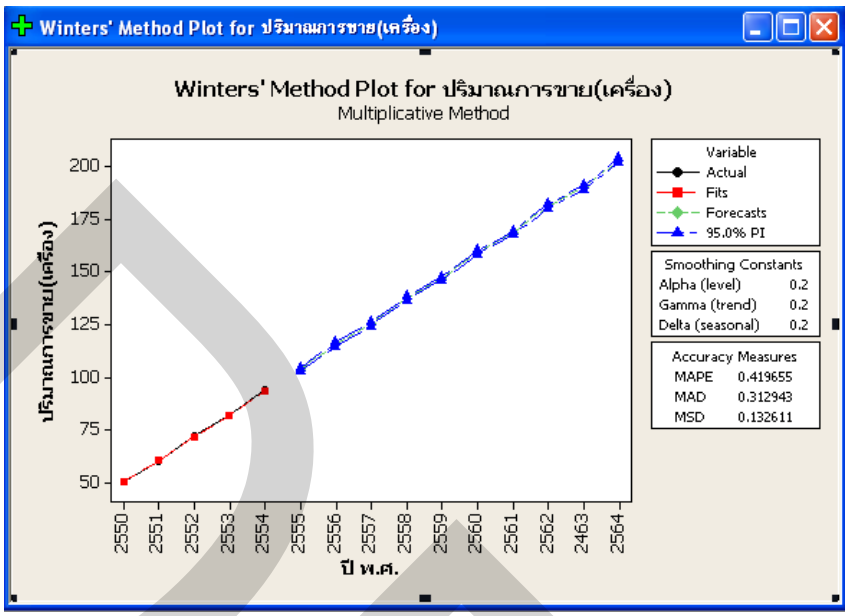
เดือน	ปริมาณการขายเครื่องทำความเย็น (เครื่อง)					
	ปี พ.ศ. 2552		ปี พ.ศ. 2553		ปี พ.ศ. 2554	
	นำเข้า	ผลิตเอง	นำเข้า	ผลิตเอง	นำเข้า	ผลิตเอง
มกราคม	2	75	3	82	5	94
กุมภาพันธ์	2		3		5	
มีนาคม	3		3		4	
เมษายน	4		5		7	
พฤษภาคม	3		3		5	
มิถุนายน	3		4		5	
กรกฎาคม	1		2		5	
สิงหาคม	2		2		5	
กันยายน	4		3		4	
ตุลาคม	3		5		7	
พฤศจิกายน	2		5		5	
ธันวาคม	4		4		5	
รวม	33		42		62	

จากตารางที่ 4.7 จะเห็นได้ว่า เครื่องทำความเย็นนำเข้ามีปริมาณการขายน้อยกว่าเครื่องทำความเย็นที่ผลิตเองในประเทศไทย ซึ่งสาเหตุมาจากเครื่องทำความเย็นที่ผลิตเองต้นทุนการผลิตต่ำ ทำให้ราคาขายของเครื่องทำความเย็นที่ผลิตเองมีราคาขายน้อยกว่าเครื่องทำความเย็นนำเข้า แต่

ปริมาณการขายของเครื่องทำความเย็นนำเข้ามีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมาก เนื่องจากแรงงานการผลิตเครื่องทำความเย็นที่ผลิตเอง มีแรงงานไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด จึงทำให้ผู้ประกอบการจำหน่ายและขนส่งนมโรงเรียนเลือกซื้อเครื่องทำความเย็นนำเข้า ซึ่งมีแรงงานรองรับเพียงพอต่อความต้องการและผลิตทันเวลาการใช้งานเพื่อการขนส่ง จากข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของตลาดเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน นำข้อมูลปริมาณการขายของบริษัทที่ผลิตเครื่องทำความเย็นเอง ในปี พ.ศ. 2550 – 2554 ซึ่งมีจำนวน 50, 60, 75, 82 และ 94 เครื่อง สามารถพยากรณ์ปริมาณความต้องการของตลาดเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน ล่วงหน้า 10 ปี ดังตารางที่ 4.8 และกราฟแสดงปริมาณการขายได้ดังรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณการขายเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียนในอนาคต ในปีพ.ศ.2555 – 2564 โดยใช้ โปรแกรม Minitab 14

ปี พ.ศ.	ปริมาณการขายเครื่องทำความเย็น (เครื่อง)
2555	104
2556	115
2557	125
2558	137
2559	147
2560	160
2561	168
2562	181
2563	190
2564	203



รูปที่ 4.5 การพยากรณ์แนวโน้มปริมาณการขายเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียนในอนาคต ในปี พ.ศ. 2555 – 2564 โดยใช้โปรแกรม Minitab 14

4.1.5 การวิเคราะห์การแข่งขันทางธุรกิจ

ใช้ Five-Forces Model วิเคราะห์การแข่งขันการผลิตเครื่องทำความเย็นเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุดขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ 5 ประการนี้ ที่จะบ่งบอกถึงโอกาสในการได้กำไรของธุรกิจได้ดังนี้

4.1.5.1 ข้อจำกัดในการเข้าสู่อุตสาหกรรมของคู่แข่งขันใหม่ (Threat of New Entrants) จากการวิเคราะห์คู่แข่งขันที่เข้ามาใหม่ในตลาดพบว่ามีค่อนข้างมากเนื่องจาก

1) การประหยัดเนื่องจากขนาด (Economics of Scale) เครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน ใช้ต้นทุนการผลิตต่ำ จึงมีราคาต่ำกว่าเครื่องทำความเย็นนำเข้าจากต่างประเทศที่มีอยู่ในประเทศไทย คู่แข่งขันรายเดิมและรายใหม่จำเป็นต้องลดต้นทุนราคาเครื่องทำความเย็นให้ต่ำกว่าราคาของเครื่องทำความเย็นในโครงการนี้

2) ความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ (Product Differentiation) พบว่ามีมากเนื่องจากรูปแบบของเครื่องทำความเย็นแตกต่างกัน ทั้งรูปร่างที่น่าใช้งาน คุณสมบัติ และคุณภาพของอุปกรณ์ ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ของผู้ผลิต

3) เงินทุน (Capital Requirement) ในการจัดตั้งโรงงานไม่สูงมาก แต่จำเป็นต้องเลือกซื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ คงทน เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน

4) ต้นทุนในการปรับเปลี่ยนไปใช้สินค้าอื่น (Switching Costs) เครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียนผ่านการทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool down test) โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานของญี่ปุ่น การใช้งานง่ายไม่ยุ่งยาก ราคาต้นทุนต่ำ สามารถดึงดูดความสนใจจากลูกค้าได้ง่าย

5) การเข้าถึงช่องทางจัดจำหน่าย (Access to Distribution Channels) เนื่องจากโครงการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียนนี้เป็นโครงการผลิตเครื่องทำความเย็นที่เปิดใหม่ในเขตกรุงเทพฯ จึงต้องมีการโฆษณาโดยสื่อต่างๆ เพื่อดึงดูดความสนใจจากลูกค้าที่เป็นผู้ประกอบการขนส่งและจัดจำหน่ายนมโรงเรียน และลูกค้าที่ใช้รถห้องเย็นขนสินค้าอุณหภูมิสูงกว่า 4 องศาเซลเซียส ทำให้เครื่องทำความเย็นได้รับความสนใจจากลูกค้ารายใหม่อย่างต่อเนื่อง สามารถเป็นช่องทางจัดจำหน่ายสินค้าใหม่ให้แก่ลูกค้า

6) ความเสียเปรียบด้านต้นทุน (Cost Disadvantages) การผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญมากสามารถออกแบบ วิเคราะห์ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆได้อย่างเหมาะสม เพื่อความสวยงาม สะดวกต่อการซ่อมบำรุง และทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

7) รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการใช้รถห้องเย็นในการขนส่งนมโรงเรียนชนิดพาสเจอร์ไรส์ และจัดงบประมาณโครงการอาหารเสริม (นม) หรือโครงการนมโรงเรียนเพิ่มขึ้นทุกปี เช่น งบประมาณปีพ.ศ. 2535 – 2546

ดังนั้นคู่แข่งขันใหม่จึงสามารถเข้ามาแข่งขันในอุตสาหกรรมได้ในระดับน้อยเนื่องจากมีข้อจำกัดในการเข้าสู่อุตสาหกรรมค่อนข้างมาก ทั้งด้านความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบโดยผู้ผลิต ประสบการณ์และความชำนาญของผู้ผลิต การลงทุนโฆษณาโดยสื่อต่างๆ เพื่อดึงดูดความสนใจจากลูกค้า หากมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนคู่แข่งก็จะเป็นอุปสรรคทางการแข่งขันสำหรับผู้ขายรายเดิมอาจเกิดการแย่งชิงส่วนแบ่งของตลาด (Market share)

4.1.5.2 ความรุนแรงของสภาวะการแข่งขันระหว่างองค์กรธุรกิจที่อยู่ในอุตสาหกรรมเดียวกัน (Intensity of Rivalry Among Existing Competitors)

การแข่งขันการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนส่งสินค้าอุณหภูมิต่ำมีความรุนแรงน้อยเนื่องจาก

1) จำนวนคู่แข่งในประเทศมีคู่แข่งขันในตลาดที่เป็นโรงงานติดตั้งเครื่องทำความเย็นจำนวน 6 รายโดย 5 ราย นำเข้าเครื่องทำความเย็นจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาสูง อีก 1 รายผลิตเครื่องทำความเย็นเองในประเทศไทย ที่จังหวัดสมุทรสาคร การผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับ

รถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน จึงมีคู่แข่งขันเพียง 1 ราย สามารถนำเสนอเครื่องทำความเย็นให้แก่ผู้ประกอบการจำหน่ายและขนส่งนมโรงเรียนในทั้งหมดประเทศไทยได้มาก

2) อัตราการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็นสูงขึ้นเรื่อยๆ เพื่อรองรับปริมาณการขนส่งทางบกโดยใช้รถยนต์เป็นพาหนะบรรทุกขนส่งสินค้าอุณหภูมิต่ำ ด้วยความสามารถในการเข้าถึงแหล่งผลิตและแหล่งบริโภคได้โดยตรง (door-to-door) เนื่องจากมีโครงข่ายถนน ที่เชื่อมต่อภูมิภาคต่าง ๆ ครอบคลุมทั่วประเทศ มีหน่วยบรรทุก (unit load) ขนาดเล็กและสามารถจัดหาพาหนะ ได้สะดวก ทำให้สามารถขนส่งสินค้าไปที่จุดหมายปลายทางที่แตกต่างกันได้สะดวก

3) ความเหมือนหรือความแตกต่างของสินค้าและบริการ เครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน ถูกวิเคราะห์และออกแบบให้มีรูปร่างลักษณะของอุปกรณ์ต่างๆแตกต่างจากของคู่แข่งในตลาดเครื่องทำความเย็น และเหมาะสมแก่การใช้งาน

4.1.5.3 ภัยคุกคามจากสินค้าหรือบริการที่ทดแทนกันได้(Threatof Substitute Products or Services)

จากการวิเคราะห์ภัยคุกคามจากสินค้าทดแทนของเครื่องทำความเย็น พบว่ามีน้อย เนื่องจากเครื่องทำความเย็นของต่างประเทศมีคุณภาพและราคาสูง ความสามารถในการใช้งานมีมากกว่าวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ศูนย์บริการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องทำความเย็นจำนวนน้อย ประกอบกับช่างที่มีความสามารถเฉพาะทางด้านเครื่องทำความเย็นยี่ห้อต่างๆและมีศูนย์ผลิตเครื่องทำความเย็นในประเทศไทยมีจำนวนน้อย ส่งผลให้เกิดสินค้าทดแทนน้อย

4.1.5.4 อำนาจต่อรองของผู้ซื้อ (Bargaining Power of buyers)

จากการวิเคราะห์อำนาจการต่อรองของผู้ซื้อหรือผู้ประกอบการจำหน่ายและขนส่งนมโรงเรียนทั้งหมดในประเทศไทย พบว่า มีน้อย เนื่องจาก

1) เครื่องทำความเย็นส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาสูง ขั้นตอนการติดต่อประสานงานหลายขั้นตอน และในประเทศไทยมีศูนย์บริการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องทำความเย็นจำนวนน้อย

2) ค่าใช้จ่ายค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนไปใช้สินค้าและบริการของคู่แข่งได้ แต่คุณภาพของระบบทำความเย็นอาจลดลง เนื่องจากความแตกต่างของอุปกรณ์ต่างๆที่ออกแบบเพื่อความเหมาะสมกับระบบทำความเย็น

3) จำนวนของผู้ผลิตที่มีไม่มากแต่ปัจจัยสำคัญที่ผู้ซื้อหรือผู้ประกอบการจำหน่ายและขนส่งนมพิจารณาก็คือราคาทำให้ต้องมีการแข่งขันกันในด้านราคาเพื่อดึงดูดลูกค้า

ดังนั้นการผลิตเครื่องทำความเย็นควรคำนึงต้นทุนการผลิต ทำให้เครื่องทำความเย็นมีราคาต่ำกว่าเครื่องทำความเย็นของต่างประเทศ และมีคุณภาพดี สามารถรักษาอุณหภูมิขณะขนส่งได้ตามกำหนด

4.1.5.5 อำนาจต่อรองของผู้ขายปัจจัยการผลิต (Bargaining Power of Suppliers)

จากการวิเคราะห์อำนาจต่อรองของผู้ขายปัจจัยการผลิตของโครงการพบว่ามีน้อย เนื่องจากปัจจัยการผลิตหลักซึ่งได้แก่ คอมเพรสเซอร์ คอนเด็นเซอร์ อีวาโปเรเตอร์ รีซีฟเวอร์ และเอ็กแพนชั่นวาล์ว สามารถหาซื้อได้ทั่วไปจากผู้ขายในประเทศ ซึ่งมีราคาขายในแต่ละพื้นที่ที่ต่างกันค่อนข้างมาก จำเป็นต้องหาข้อมูลร้านขายอุปกรณ์จำนวนหลายร้าน เพื่อหาราคาขายของอุปกรณ์การผลิตในราคาที่ต่ำ ทำให้ลดต้นทุนการผลิตลงได้ และจำนวนร้านขายอุปกรณ์การผลิตที่มีมากนั้น ทำให้ไม่มีปัญหาแคลนวัตถุดิบ หากมีการบริการสินค้าคงคลังและบริการการจัดซื้อที่มีประสิทธิภาพ

4.1.6 การวิเคราะห์ส่วนประสมการตลาด (Marketing mix)

การศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน เพื่อตอบสนองความต้องการและสร้างความพึงพอใจให้แก่กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย นั่นคือ ผู้ประกอบการจำหน่ายและขนส่งนมโรงเรียนในทั้งหมดประเทศไทย สามารถสร้างอิทธิพลเพื่อโน้มน้าวความต้องการผลิตภัณฑ์นี้ โดยกลยุทธ์ทั้งหมด 4 กลยุทธ์ ดังต่อไปนี้

4.1.6.1 กลยุทธ์ด้านผลิตภัณฑ์ (Product)

การผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียนเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้เกิดความพึงพอใจสูงสุด จึงคำนึงถึงวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ วิเคราะห์คุณลักษณะคุณสมบัติเพื่อทำให้เครื่องทำความเย็นมีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามที่กำหนดตลอดระยะทางการขนส่ง

4.1.6.2 กลยุทธ์ด้านราคา (Price)

กำหนดราคาเครื่องทำความเย็นในราคาที่สามารถสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันในอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็นแต่ยังคงมีกำไรกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย และดึงดูดความสนใจจากลูกค้าที่รถห้องเย็นขนส่งสินค้าอุณหภูมิสูงกว่า 4 องศาเซลเซียส สามารถพิจารณาการเลือกซื้อได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของราคาเครื่องทำความเย็นของผู้ผลิตรายอื่นๆ

4.1.6.3 กลยุทธ์ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place)

กลุ่มลูกค้าเป้าหมายได้รับการอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับการสอบถามข้อมูลโดยโทรศัพท์ แฟกซ์ อีเมล์และเว็บไซต์ เพื่อรับทราบข้อมูลรายละเอียดของเครื่องทำความเย็น เช่น

คุณสมบัติของเครื่องทำความเย็น การพิจารณาการเลือกซื้อเครื่องทำความเย็นให้เหมาะสมแก่การใช้งาน วิธีการใช้เครื่องทำความเย็น เป็นต้น และได้รับความพึงพอใจจากการบริการ เช่น การติดตั้งเครื่องทำความเย็น การซ่อมบำรุงเครื่องทำความเย็น การเคลื่อนย้ายเครื่องทำความเย็นจากตู้ห้องเย็นหนึ่งไปยังตู้ห้องเย็นหนึ่ง การบริการซ่อมฉุกเฉินนอกสถานที่ เป็นต้น

4.1.6.4 กลยุทธ์ด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion)

แนวทางการสื่อสารไปยังกลุ่มลูกค้าเป้าหมายหรือผู้อื่น ซึ่งเกี่ยวกับเครื่องทำความเย็นและการบริการโดยการประชาสัมพันธ์ผ่านเว็บไซต์ โบร์ชัวร์ และการใช้พนักงานขาย เพื่อส่งเสริมการขายการตลาดทางตรง ทำให้มีกลุ่มลูกค้าเป้าหมายหรือลูกค้าอื่นเพิ่มขึ้น สร้างความพึงพอใจสูงสุด สามารถขายเครื่องทำความเย็นจำนวนมากขึ้น

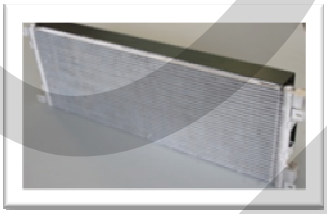
4.2 การวิเคราะห์ด้านเทคนิควิศวกรรม

การวิเคราะห์ด้านเทคนิควิศวกรรมได้ศึกษาด้านการผลิตเครื่องทำความเย็น ซึ่งประกอบด้วยด้านคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต และการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังต่อไปนี้

4.2.1 ด้านคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องทำความเย็น สามารถกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน โดยใช้ใบรายการวัสดุ (Bill of Material: BOM) เป็นข้อมูลสำคัญเพื่อกำหนดการติดตั้งอุปกรณ์ของเครื่องทำความเย็นนี้ ในตำแหน่งต่างๆของห้องโดยสาร ตู้ห้องเย็นและเครื่องยนต์ จำนวนอุปกรณ์ทั้งหมด รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้ง ชื่อ จำนวนของชิ้นส่วน โดยจัดทำใบรายการวัสดุของเครื่องทำความเย็น เพื่อระบุชื่อ รูปภาพของอุปกรณ์ จำนวนที่ใช้ติดตั้ง และตำแหน่งที่ติดตั้ง ดังตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.6

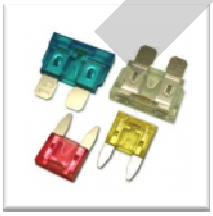
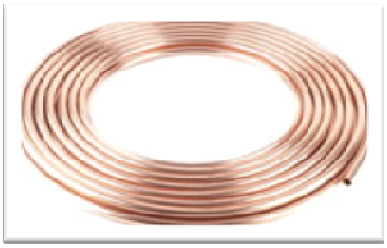
ตารางที่ 4.9 ใบรายการวัสดุ (Bill of Material : BOM) ของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุก ขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน

Equipment	Description	Quantity	Position
	Cover Condenser	1	Outside Box
	Condenser	1	Outside Box
	Motor Condenser	2	Outside Box
	Receiver	1	Outside Box
	Expansion Valve	1	Inside Box

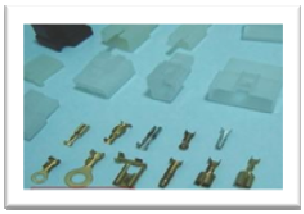
ตารางที่ 4.9 ใบรายการวัสดุ (Bill of Material : BOM) ของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน (ต่อ)

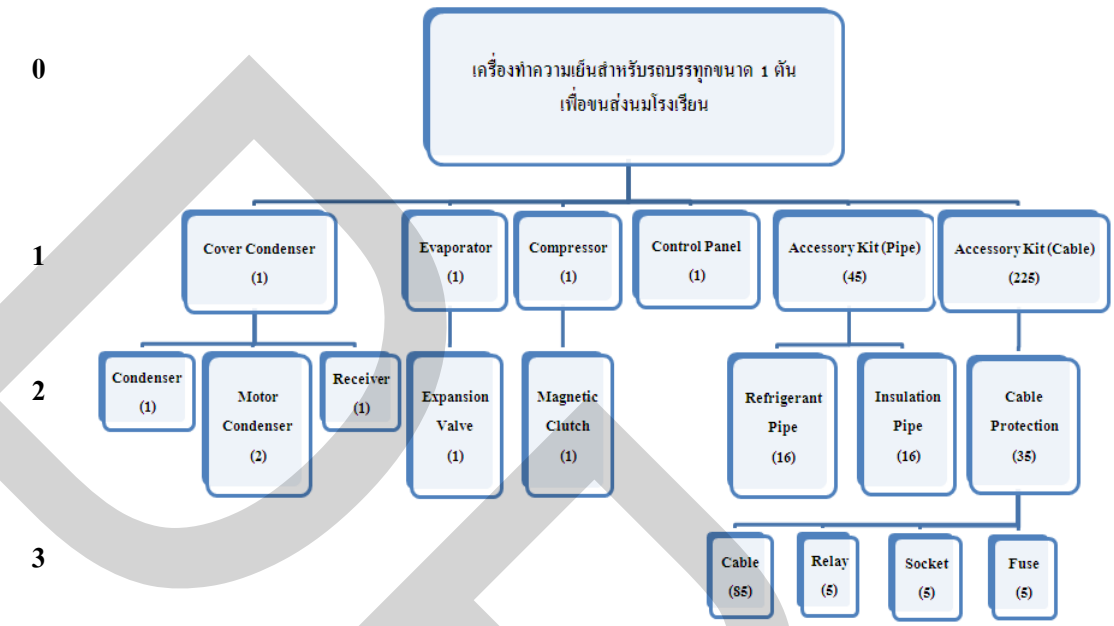
Equipment	Description	Quantity	Position
	Evaporator	1	Inside Box
	Control Panel	1	Inside Car
	Compressor	1	Engine
	Magnetic Clutch	1	Engine
	Relay, Relay Socket	5	Inside Car

ตารางที่ 4.9 ใบรายการวัสดุ (Bill of Material : BOM) ของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน (ต่อ)

Equipment	Description	Quantity	Position
	Cable	85	Engine, Inside Car, Box
	Cable Protection	35	Engine, Inside Car, Box
	Fuse	5	Inside Car
	Refrigerant Pipe	16	Engine, Inside & Outside Box
	Insulation Pipe	16	Engine, Inside & Outside Box

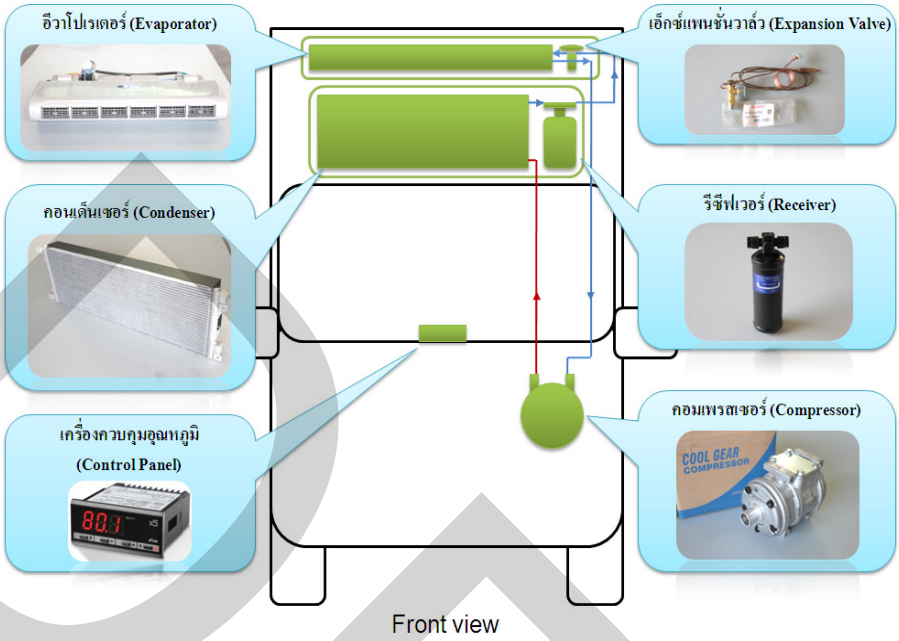
ตารางที่ 4.9 ใบรายการวัสดุ (Bill of Material : BOM) ของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน (ต่อ)

Equipment	Description	Quantity	Position
	Accessory Kit (Pipe)	45	All
	Accessory Kit (Installation)	30	All
	Accessory Kit (Cable)	225	All



รูปที่ 4.6 โครงสร้างเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน

อุปกรณ์หลักของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน (รูปที่ 4.7) เพื่อนำมาสร้างเครื่องทำความเย็น ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์และออกแบบดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.7 อุปกรณ์หลักของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน และวงจรการไหลเวียนของสารทำความเย็น

อุปกรณ์หลักของเครื่องทำความเย็น ใช้คอมเพรสเซอร์คุณภาพดี ผลิตในประเทศญี่ปุ่น โดยใช้สายพานวีคล้องที่แม็กเนติกคลัทช์และพูเล่ย์ของเครื่องยนต์ เพื่อใช้กำลังของเครื่องยนต์ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ให้อัดสารทำความเย็นเป็นสถานะก๊าซ อุณหภูมิและความดันสูง ไหลเข้าสู่คอนเด็นเซอร์ ซึ่งคอนเด็นเซอร์ที่ใช้นี้มีพื้นที่เพื่อระบายความร้อนมากและมีจำนวนมอเตอร์พัดลมระบายความร้อน 2 ตัว ทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะกลายเป็นของเหลว อุณหภูมิและความดันสูงได้อย่างรวดเร็ว ไหลเข้ารีซีฟเวอร์ติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งท่อทางออกของคอนเด็นเซอร์ เพื่อดูดความชื้น กรองสิ่งสกปรกออกจากสารทำความเย็น ลดความดันด้วยเอ็กซ์แพนชั่นวาล์วผลิตในประเทศญี่ปุ่น ฉีดสารทำความเย็นให้เป็น ฝอยละอองเข้าสู่อีวาโปเรเตอร์ ลักษณะภายนอกของอีวาโปเรเตอร์นี้ มีช่องกระจายความเย็น 6 ช่อง สามารถปรับทิศทางการกระจายความเย็น ในทิศทางบน ล่าง ซ้าย ขวา และปิดแต่ละช่องได้ตามที่ต้องการ เพื่อให้เหมาะสมกับตำแหน่ง ปริมาณ และการจัดเรียงผลิตภัณฑ์นมโรงเรียนในตู้ห้องเย็น สามารถตั้งอุณหภูมิด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Digital Type) ทำให้การตั้งอุณหภูมิได้แม่นยำและควบคุมอุณหภูมิได้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์นมโรงเรียน

4.2.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ของโครงการ

โครงการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน แบ่งออกเป็นฝ่ายโรงงานและสำนักงาน ซึ่งใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 รายละเอียดเครื่องมือและอุปกรณ์ของโครงการ

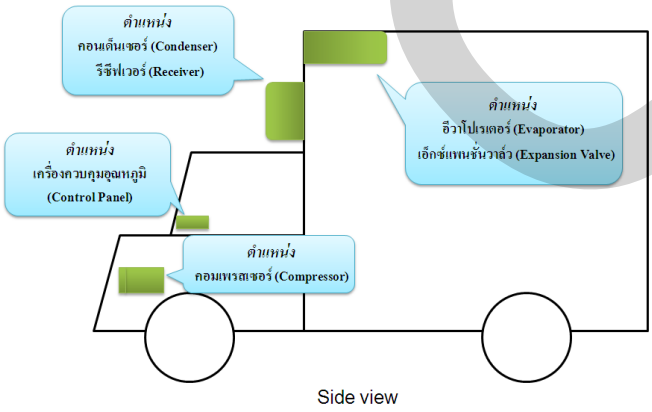
รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
เครื่องมือการผลิตฝ่ายโรงงาน			
ชุดเครื่องมือช่าง	6	3,800	22,800
ชุดคีม	6	180	1,080
ชุดเชื่อมแก๊ส	3	4,500	13,500
ชุดบานท่อทองแดงและคัตเตอร์	4	850	3,400
เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง	1	3,500	3,500
สว่านไฟฟ้า	2	1,600	3,200
เครื่องเจียร	1	1,750	1,750
เครื่องแวคคั่มปั๊ม	4	1,900	7,600
เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า	3	550	1,650
ด้ามขันปอนด์	2	2,200	4,400
แม่แรงตะเข้	2	3,450	6,900
สามขาตั้งรถยนต์	3	1,000	3,000
ตลับเมตร	6	73	438
เกจ์วัดคู่น้ำยา สาย 36 นิ้ว 3 สาย	4	1,550	6,200
รถกระบะ	1	459,000	459,000
			538,418

ตารางที่ 4.10 รายละเอียดเครื่องมือและอุปกรณ์ของโครงการ (ต่อ)

รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
อุปกรณ์สำนักงาน			
คอมพิวเตอร์	5	11,999	59,995
ตู้เย็น	1	8,250	8,250
โทรศัพท์เคลื่อนที่	4	470	1,880
โทรศัพท์	4	199	796
โทรสาร	1	3,990	3,990
เครื่องพิมพ์และถ่ายเอกสาร	1	2,750	2,750
			77,661
ค่าเครื่องมือและอุปกรณ์สำนักงานของโครงการ รวมทั้งสิ้น 616,079 บาท			

4.2.1.2 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์หลักของเครื่องทำความเย็น

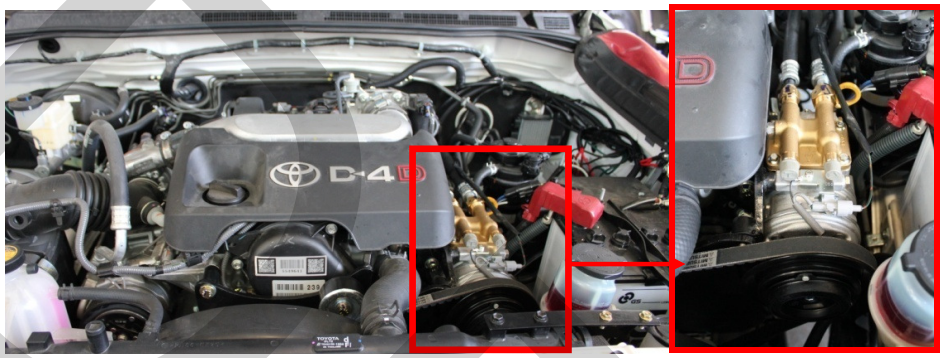
รูปแบบการขนส่งนมโรงเรียนโดยใช้รถห้องเย็น ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมินมโรงเรียนได้ตามที่กำหนด จากวงจรเครื่องทำความเย็น ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์และหลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นรถขนส่งสินค้าขนาดเล็กในบทที่ 2 สามารถออกแบบเครื่องทำความเย็นและวิเคราะห์ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องทำความเย็นดังรูปที่ 4.8 โดยวิเคราะห์รายละเอียดตำแหน่งการติดตั้งได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.8 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน

1) ตำแหน่งการติดตั้งคอมเพรสเซอร์

การติดตั้งคอมเพรสเซอร์ในห้องเครื่องยนต์ควรพิจารณาบริเวณที่มีพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การใช้งานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องยนต์ การส่งกำลังอัดสารทำความเย็น การบำรุงรักษาและเพียงพอสำหรับขนาดของคอมเพรสเซอร์ ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ตำแหน่งการติดตั้งคอมเพรสเซอร์ของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน

2) ตำแหน่งการติดตั้งคอนเด็นเซอร์และรีซีฟเวอร์

การติดตั้งคอนเด็นเซอร์และรีซีฟเวอร์ ติดตั้งที่ตำแหน่งภายนอกด้านหน้าตู้ห้องเย็นด้านบนหลังคาห้องโดยสารรถยนต์ (รูปที่ 4.10) ทำให้คอนเด็นเซอร์ระบายความร้อนได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากขณะรถยนต์เคลื่อนที่ อากาศภายนอกที่เข้ามาปะทะกับคอนเด็นเซอร์โดยตรง ทำให้สารทำความเย็นสถานะก๊าซ อุณหภูมิและความดันสูงเปลี่ยนสถานะของเหลวอุณหภูมิและแรงดันสูง

รูปที่ 4.10 ตำแหน่งการติดตั้งคอนเด็นเซอร์และรีซีฟเวอร์ของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน

3) ตำแหน่งการติดตั้งอีวาโปเรเตอร์และเอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว

การติดตั้งอีวาโปเรเตอร์และเอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว ติดตั้งอยู่ภายในตู้ห้องเย็นด้านบน ดังรูปที่ 4.11 ทำให้ความเย็นกระจายไปยังผลิตภัณฑ์นมโรงเรียนทั้งหมดภายในตู้ห้องเย็นได้อย่างทั่วถึง

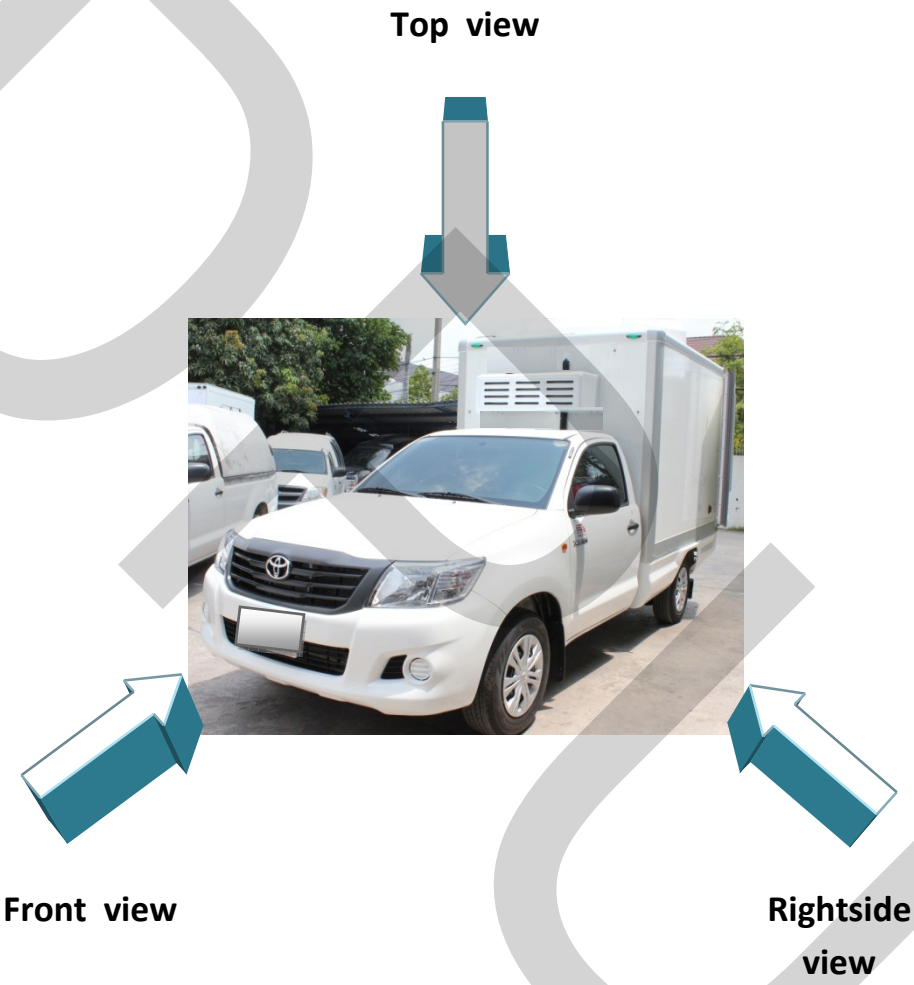
รูปที่ 4.11 ตำแหน่งการติดตั้งอีวาโปเรเตอร์และเอ็กซ์แพนชั่นวาล์วของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน

4) ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิ

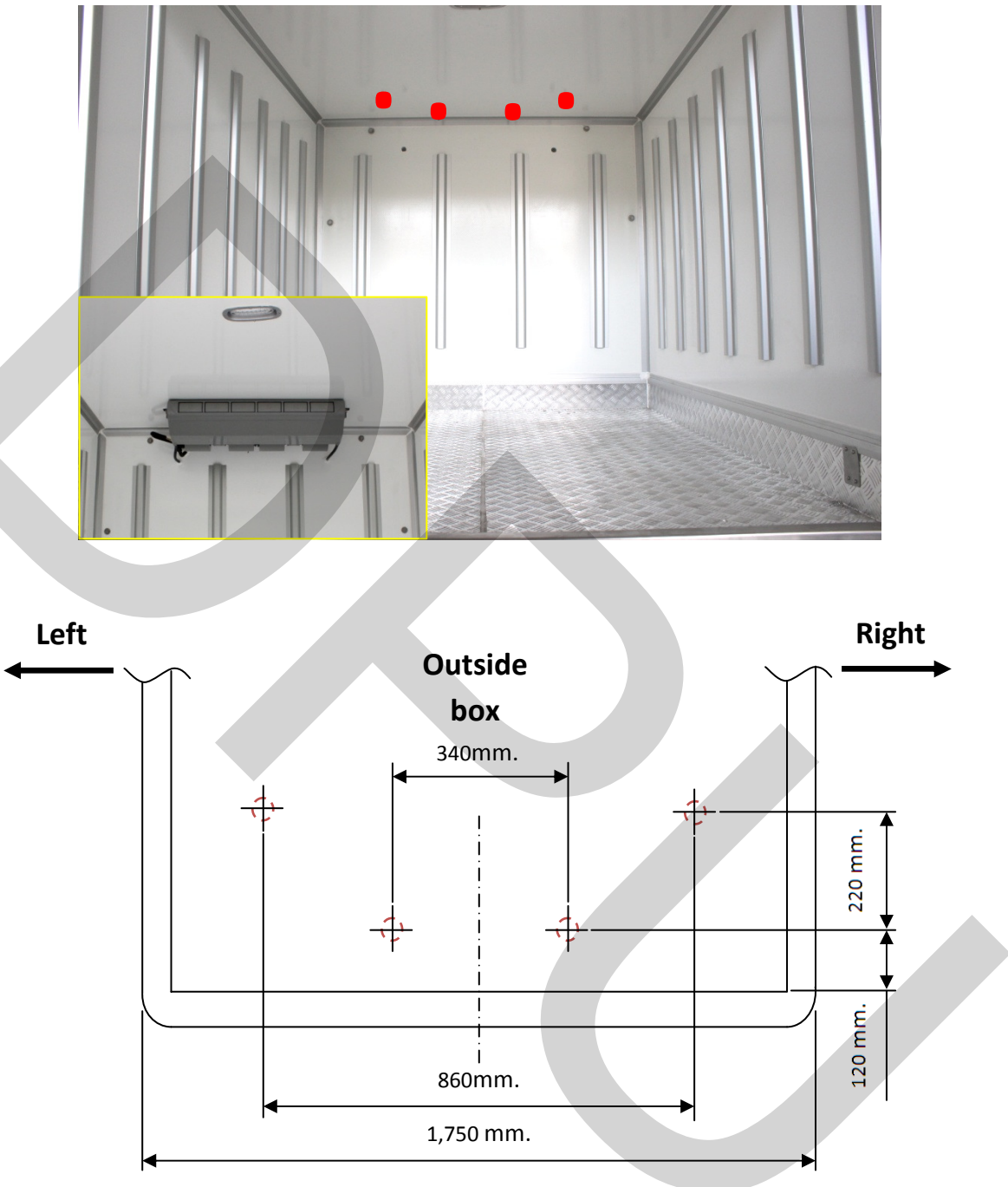
การติดตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิภายในห้องโดยสาร ณ ตำแหน่งที่ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นและกดปุ่มควบคุมได้ง่าย เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน ดังรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.12 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน

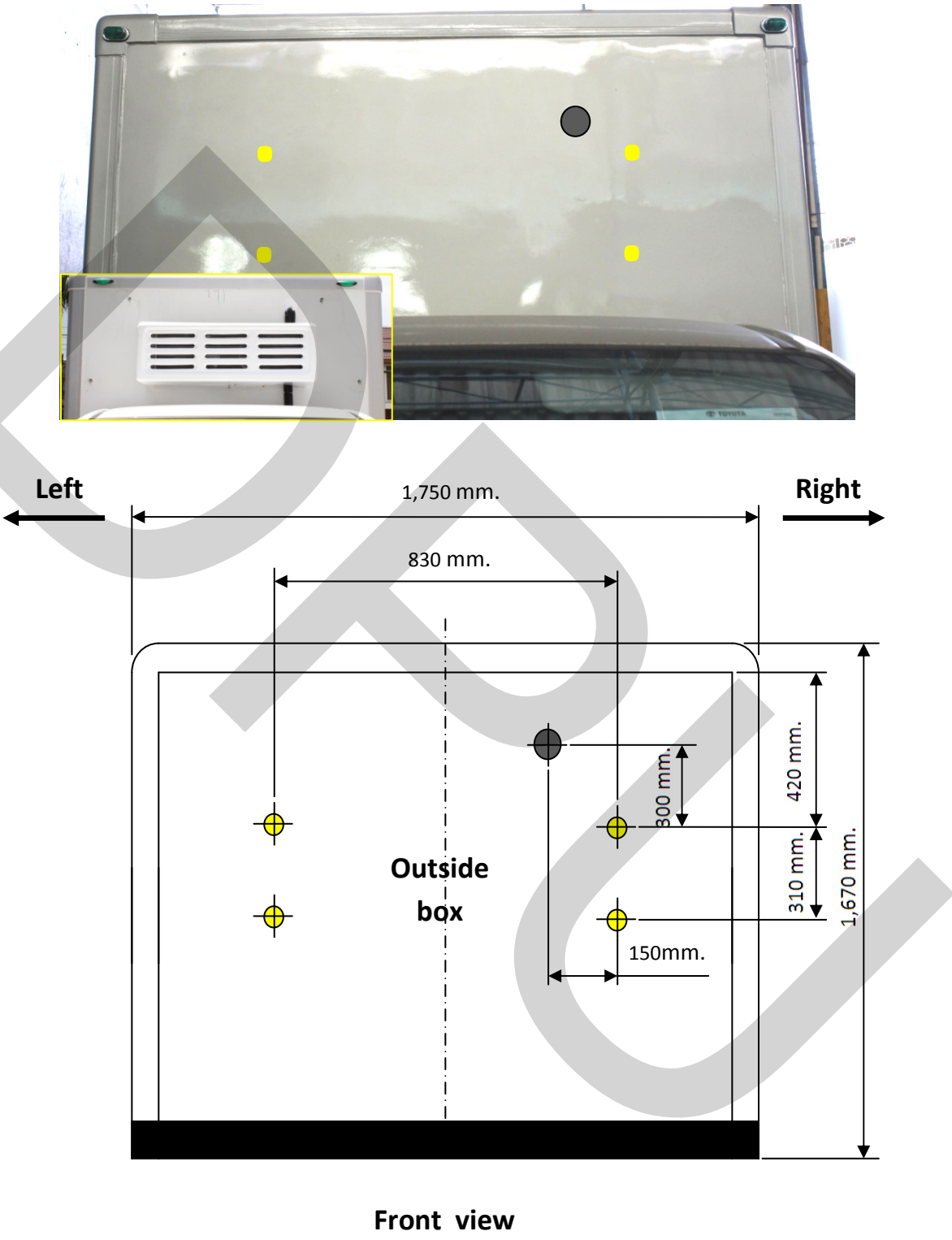
มุมมองด้าน Top view Front view และRight side view จากภายนอกรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียนดังรูปที่ 4.13 สามารถออกแบบและระบุระยะของตำแหน่งการติดตั้งอีวาโปเรเตอร์ คอนเด็นเซอร์ และท่อน้ำทิ้ง ทั้งภายในและภายนอกตู้ห้องเย็นได้ดังรูปที่ 4.14 4.15 และ 4.16 ตามลำดับ



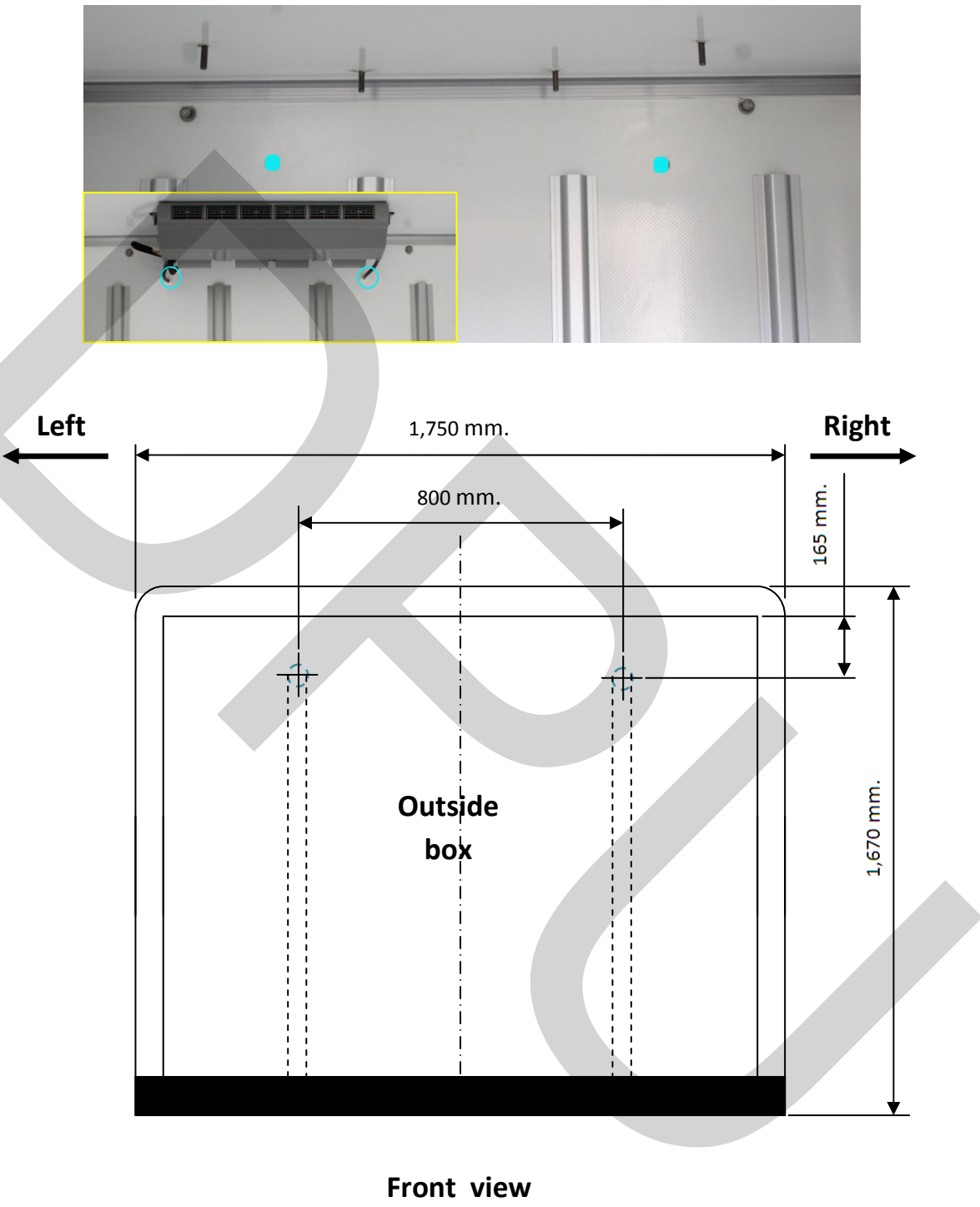
รูปที่ 4.13 รถบรรทุกขนาด 1 ตัน ติดตั้งเครื่องทำความเย็นเพื่อขนส่งนมโรงเรียน



รูปที่ 4.14 แบบตำแหน่งติดตั้งอีวาโปเรเตอร์ (จุดสีแดง)



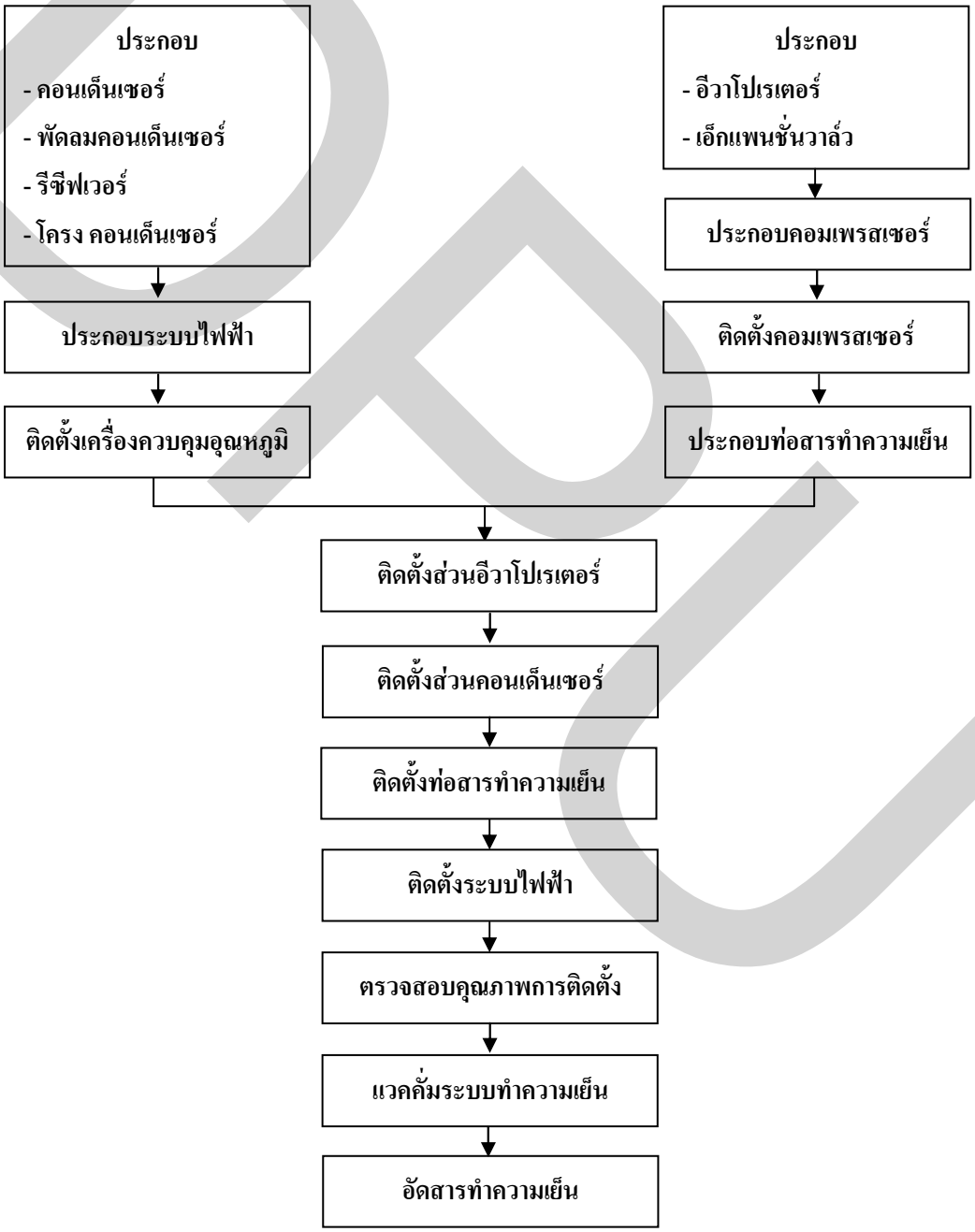
รูปที่ 4.15 แบบตำแหน่งติดตั้งคอนเด็นเซอร์ (จุดสีเหลือง) ท่อสารทำความเย็นและสายไฟฟ้า (จุดสีเทา)



รูปที่ 4.16 แบบตำแหน่งติดตั้งท่อน้ำทิ้ง (จุดสีฟ้า)

4.2.2 กระบวนการผลิต

พิจารณาวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน เพื่อนำวัสดุและอุปกรณ์เข้าสู่กระบวนการผลิต ดังรูปที่ 4.17 และออกแบบตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์หลักของเครื่องทำความเย็นให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน



รูปที่ 4.17 กระบวนการผลิตเครื่องทำความเย็น

4.2.2.1 กำลังการผลิต

กำลังการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน จำนวน 1 เครื่อง ทำการศึกษาระยะเวลาการสั่งซื้ออุปกรณ์ การประกอบอุปกรณ์ และการติดตั้งอุปกรณ์บนรถห้องเย็น มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.11 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 ระยะเวลาการสั่งซื้ออุปกรณ์

รายการ	**ระยะเวลาการสั่งซื้ออุปกรณ์ (วัน)**
Cover Condenser	3
Condenser	3
Motor Condenser	1
Receiver	1
Expansion Valve	5
Evaporator	3
Control Panel	3
Compressor	5
Magnetic Clutch	5
Relay	5
Relay Socket	1
Cable	1
Cable Protection	1
Fuse	1
Refrigerant Pipe	2
Insulation Pipe	2
Accessory Kit (Pipe)	3
Accessory Kit (Installation)	1
Accessory Kit (Cable)	1

จากข้อมูลในตารางที่ 4.11 จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาการสั่งซื้ออุปกรณ์ของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน ใช้เวลานานที่สุดเพียง 5 วันจะได้อุปกรณ์ครบทุกชิ้น

ตารางที่ 4.12 ระยะเวลาการประกอบอุปกรณ์

รายการ	**ระยะเวลาการประกอบอุปกรณ์ (นาที)**
ประกอบ - Compressor - Magnetic Clutch	15
ประกอบ - Cover Condenser - Condenser - Motor Condenser - Receiver	40
ประกอบ - Evaporator - Expansion Valve	20
ประกอบ - Relay - Relay Socket - Cable - Fuse - Cable Protection	80
ประกอบ - Refrigerant Pipe - Accessory Kit - Insulation Pipe	90

ตารางที่ 4.13 ระยะเวลาการติดตั้งอุปกรณ์บนรถห้องเย็น

ตำแหน่ง	ระยะเวลาการติดตั้งอุปกรณ์บนรถห้องเย็น (นาที)
ห้องเครื่องยนต์ - Compressor - Magnetic Clutch	15
ภายนอกตู้ห้องเย็น เหนือหลังคาห้องโดยสาร - Cover Condenser - Condenser - Motor Condenser - Receiver	20
ภายในตู้ห้องเย็นด้านบน - Evaporator - Expansion Valve	10
ห้องเครื่องยนต์,ภายนอกตู้ห้องเย็นและภายในตู้ห้องเย็น - Refrigerant Pipe - Accessory Kit - Insulation Pipe	45
ภายในห้องโดยสาร - Control Panel	15
- Relay - Relay Socket - Cable - Fuse - Cable Protection	30

เมื่อติดตั้งเครื่องทำความเย็นเข้ากับตู้ห้องเย็นและรถยนต์ จึงจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพก่อนอัดสารทำความเย็นเข้าสู่เครื่องทำความเย็น โดยมีรายละเอียดการตรวจสอบคุณภาพดังตารางที่ 4.14

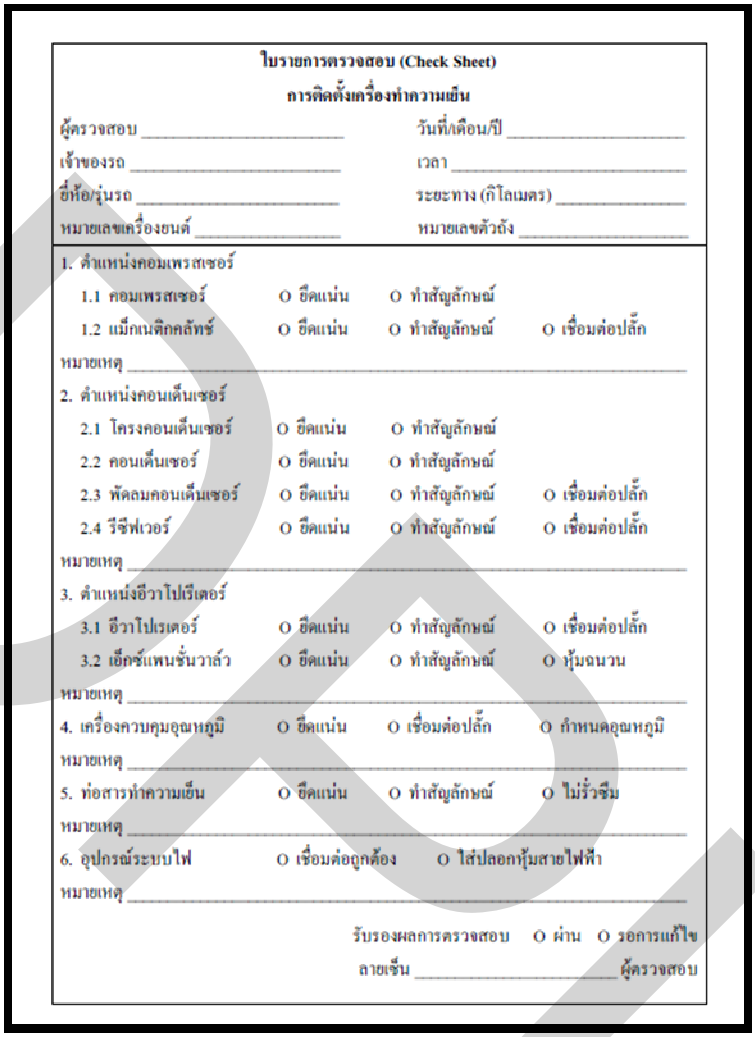
ตารางที่ 4.14 การตรวจสอบคุณภาพการติดตั้งเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน

รายการตรวจสอบ	**เกณฑ์การตัดสิน**	**ลักษณะผิดปกติ**
คอมเพรสเซอร์และแท่นยึด	ยึดแน่นและทำสัญลักษณ์การตรวจสอบเรียบร้อย	ขยับเคลื่อนที่ได้
แม็กเนติกคลัทช์	ความเรียบร้อย เชื่อมต่อปลั๊กยึดแน่นและทำสัญลักษณ์การตรวจสอบเรียบร้อย	ขยับเคลื่อนที่ได้ ไม่เสียบปลั๊ก
โครงคอนเด็นเซอร์	ยึดแน่นและทำสัญลักษณ์การตรวจสอบเรียบร้อย	ขยับเคลื่อนที่ได้
คอนเด็นเซอร์	ยึดแน่นและทำสัญลักษณ์การตรวจสอบเรียบร้อย	ขยับเคลื่อนที่ได้
พัดลมคอนเด็นเซอร์	ความเรียบร้อย เชื่อมต่อปลั๊กยึดแน่นและทำสัญลักษณ์การตรวจสอบเรียบร้อย	ขยับเคลื่อนที่ได้
รีซีฟเวอร์และแท่นยึด	ความเรียบร้อย เชื่อมต่อปลั๊กยึดแน่นและทำสัญลักษณ์การตรวจสอบเรียบร้อย	ขยับเคลื่อนที่ได้ ไม่เสียบปลั๊ก
อีวาโปเรเตอร์และแท่นยึด	ความเรียบร้อย เชื่อมต่อปลั๊กยึดแน่นและทำสัญลักษณ์การตรวจสอบเรียบร้อย	ขยับเคลื่อนที่ได้ ไม่เสียบปลั๊ก
เอ็กแพนชั่นวาล์ว	ยึดแน่นทำสัญลักษณ์การตรวจสอบเรียบร้อยและใส่ฉนวนหุ้มหางวาล์ว	ขยับเคลื่อนที่ได้และไม่มีฉนวนหุ้มหางวาล์ว

ตารางที่ 4.14 การตรวจสอบคุณภาพการติดตั้งเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน (ต่อ)

รายการตรวจสอบ	**เกณฑ์การตัดสิน**	**ลักษณะผิดปกติ**
เครื่องควบคุมอุณหภูมิ	ยึดแน่น เชื่อมต่อปลั๊ก กำหนดอุณหภูมิ 4 °C	ไม่กำหนดอุณหภูมิ
ท่อสารทำความเย็น	ยึดแน่น ไม่รั่วซึมและ ใส่ฉนวนหุ้มท่อ	ขยับเคลื่อนที่ได้ และ เกิดการรั่วซึม
อุปกรณ์ระบบไฟฟ้า	เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ได้ถูกต้อง และใส่ปลอกหุ้มสายไฟฟ้า	เชื่อมต่ออุปกรณ์ไม่ครบ หรือไม่ถูกต้อง และ ไม่ใส่ปลอกหุ้มสายไฟฟ้า

ออกแบบใบรายการตรวจสอบ (Check Sheet) ดังรูปที่ 4.18 เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการติดตามตรวจสอบ แก้ไขปัญหาก่อนส่งงานแก่ลูกค้า ทำให้เครื่องทำความเย็นคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้และเกิดประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุด ใช้ระยะเวลาในการตรวจสอบคุณภาพ 20 นาที



ใบรายการตรวจสอบ (Check Sheet)

การติดตั้งเครื่องทำความเย็น

ผู้ตรวจสอบ _____ วันที่/เดือน/ปี _____

เจ้าของรถ _____ เวลา _____

ยี่ห้อ/รุ่นรถ _____ ระยะทาง (กิโลเมตร) _____

หมายเลขเครื่องยนต์ _____ หมายเลขตัวถัง _____

1. ตำแหน่งคอมเพรสเซอร์

1.1 คอมเพรสเซอร์ O ยึดแน่น O ทำสัญลักษณ์

1.2 แม็กเนติกคลัทช์ O ยึดแน่น O ทำสัญลักษณ์ O เชื่อมต่อปลั๊ก

หมายเหตุ _____

2. ตำแหน่งคอนเด็นเซอร์

2.1 โครงคอนเด็นเซอร์ O ยึดแน่น O ทำสัญลักษณ์

2.2 คอนเด็นเซอร์ O ยึดแน่น O ทำสัญลักษณ์

2.3 พัดลมคอนเด็นเซอร์ O ยึดแน่น O ทำสัญลักษณ์ O เชื่อมต่อปลั๊ก

2.4 รีซีฟเวอร์ O ยึดแน่น O ทำสัญลักษณ์ O เชื่อมต่อปลั๊ก

หมายเหตุ _____

3. ตำแหน่งอีวาโปเรเตอร์

3.1 อีวาโปเรเตอร์ O ยึดแน่น O ทำสัญลักษณ์ O เชื่อมต่อปลั๊ก

3.2 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว O ยึดแน่น O ทำสัญลักษณ์ O หุ้มฉนวน

หมายเหตุ _____

4. เครื่องควบคุมอุณหภูมิ O ยึดแน่น O เชื่อมต่อปลั๊ก O กำหนดอุณหภูมิ

หมายเหตุ _____

5. ท่อสารทำความเย็น O ยึดแน่น O ทำสัญลักษณ์ O ไม่รั่วซึม

หมายเหตุ _____

6. อุปกรณ์ระบบไฟ O เชื่อมต่อถูกต้อง O ใส่ปลอกหุ้มสายไฟฟ้า

หมายเหตุ _____

รับรองผลการตรวจสอบ O ผ่าน O รอการแก้ไข

ลายเซ็น _____ ผู้ตรวจสอบ

รูปที่ 4.18 ใบรายการตรวจสอบ (Check Sheet) การติดตั้งเครื่องทำความเย็น

ขั้นตอนก่อนอัดสารทำความเย็นเข้าเครื่องทำความเย็น ต้องใช้เครื่องแวคคั่มปั๊มอากาศออกจากระบบทำความเย็น เพื่อให้ภายในระบบเป็นสุญญากาศ ใช้ระยะเวลาการแวคคั่มและอัดสารทำความเย็น 30 และ 10 นาที ตามลำดับ

4.2.2.2 การกำหนดตารางเวลาการผลิต

จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตและกำลังการผลิต ทำให้ทราบข้อมูลขั้นตอนการผลิตเครื่องทำความเย็น ระยะเวลาการประกอบอุปกรณ์ ระยะเวลาการติดตั้งอุปกรณ์บนรถห้องเย็น ระยะเวลาในการตรวจสอบคุณภาพ ระยะเวลาการแวคคั่มและอัดสารทำความเย็น สามารถเขียนเป็นเครือข่ายเพื่อกำหนดเวลาการผลิตได้ โดยกำหนดขั้นตอนการผลิตดังตารางที่ 4.15

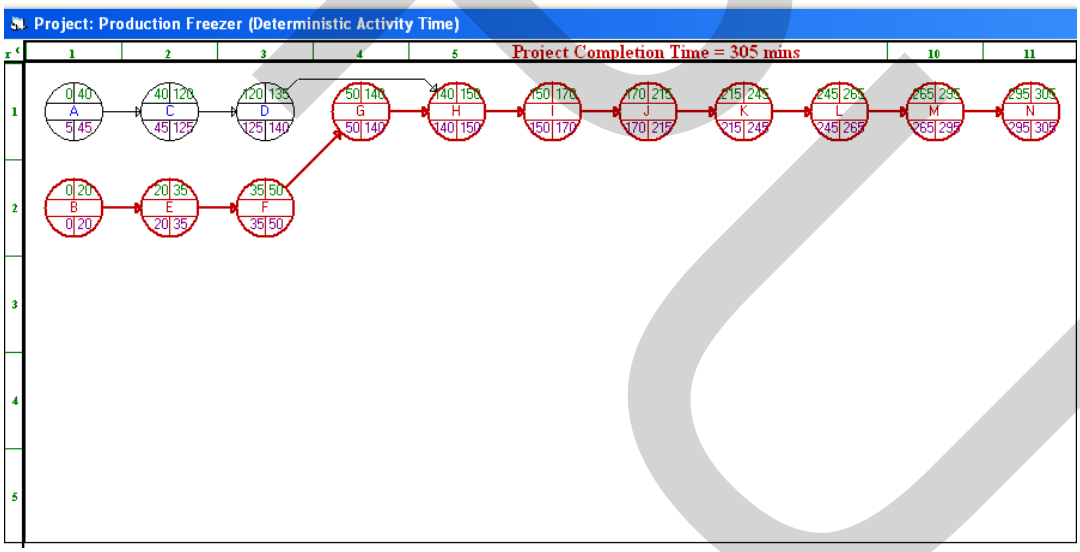
ตารางที่ 4.15 กำหนดขั้นตอนต่างๆของการผลิตเครื่องทำความเย็น

ขั้นตอน	รายละเอียด	เวลาที่ใช้
A	ประกอบส่วนคอนเด็นเซอร์	40
B	ประกอบส่วนอีวาโปเรเตอร์	20
C	ประกอบระบบไฟฟ้า	80
D	ติดตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิ	15
E	ประกอบคอมเพรสเซอร์	15
F	ติดตั้งคอมเพรสเซอร์	15
G	ประกอบท่อสารทำความเย็น	90
H	ติดตั้งส่วนอีวาโปเรเตอร์	10
I	ติดตั้งส่วนคอนเด็นเซอร์	20
J	ติดตั้งท่อสารทำความเย็น	45
K	ติดตั้งระบบไฟฟ้า	30
L	ตรวจสอบคุณภาพการติดตั้ง	20
M	แวคคั่มระบบทำความเย็น	30
N	อัดสารทำความเย็น	10

เมื่อใช้โปรแกรม WinQSB วิเคราะห์การผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน พบว่า เส้นวิกฤติของเวลาการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน (รูปที่ 4.19) คือ B-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N ดังนั้น การผลิตเครื่องทำความเย็น 1 เครื่อง ภายใน 1 วัน ใช้ระยะเวลาการประกอบอุปกรณ์ ระยะเวลาการติดตั้งอุปกรณ์บนรถห้องเย็น การตรวจสอบคุณภาพ แวคคั่มระบบทำความเย็นและอัดสารทำความเย็นรวมทั้งสิ้น 305 นาที/วัน หรือประมาณ 6 ชั่วโมง/วัน ดังรูปที่ 4.20

	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	no	40	0	40	5	45	5
2	B	Yes	20	0	20	0	20	0
3	C	no	80	40	120	45	125	5
4	D	no	15	120	135	125	140	5
5	E	Yes	15	20	35	20	35	0
6	F	Yes	15	35	50	35	50	0
7	G	Yes	90	50	140	50	140	0
8	H	Yes	10	140	150	140	150	0
9	I	Yes	20	150	170	150	170	0
10	J	Yes	45	170	215	170	215	0
11	K	Yes	30	215	245	215	245	0
12	L	Yes	20	245	265	245	265	0
13	M	Yes	30	265	295	265	295	0
14	N	Yes	10	295	305	295	305	0
	Project	Completion	Time	=	305	mins		
	Number of	Critical	Path(s)	=	1			

รูปที่ 4.19 เส้นวิกฤติและระยะเวลาการผลิตเครื่องทำความเย็น 1 เครื่อง จากโปรแกรม WinQSB



รูปที่ 4.20 แผนภูมิเครือข่ายงานการผลิตเครื่องทำความเย็น 1 เครื่อง จากโปรแกรม WinQSB

4.2.2.3 ปริมาณความต้องการวัตถุดิบ

ปริมาณความต้องการอุปกรณ์เพื่อการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ปริมาณอุปกรณ์แต่ละชนิดที่ใช้ในการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน

Equipment	**Quantity**	**Cost (Baht)**
Cover Condenser	1 piece	2,236
Condenser	1 piece	1,886
Motor Condenser	2 pieces	1,047
Receiver	1 piece	336
Expansion Valve	1 piece	116
Evaporator	1 piece	4,436
Control Panel	1 piece	1,546
Compressor	1 piece	4,551
Magnetic Clutch	1 piece	1,796
Relay	5 pieces	141
Relay Socket	5 pieces	101
Cable	85 meter	272
Cable Protection	35 meter	41
Fuse	5 pieces	18
Refrigerant Pipe	16 pieces	1,067
Insulation Pipe	16 pieces	326
Accessory Kit (Pipe)	45 pieces	1,365
Accessory Kit (Installation)	30 pieces	439
Accessory Kit (Cable)	225 pieces	117
Compressor Oil	220 cc.	171
Refrigerant R134a	1.5 kg.	586
		22,594

จากการพยากรณ์ความต้องการของตลาด สามารถประมาณยอดขายสินค้าเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน โดยปริมาณขายเฉลี่ยเดือนละ 11 เครื่อง และตั้งราคาขายให้น้อยกว่าคู่แข่งและได้กำไรจากลูกค้าในราคาขาย 48,000 บาท/เครื่อง และคิดค่าบริการตรวจเช็คนอกสถานที่ 1,000 บาท/ครั้ง ปริมาณตรวจเช็คนอกสถานที่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลเฉลี่ยเดือนละ 7 ครั้ง สามารถคำนวณยอดขายได้ดังนี้

1) ยอดขายต่อเดือน

ยอดขาย/เดือน = 11 X 48,000 = 528,000 บาท/เดือน

2) ยอดขายต่อปี

ยอดขาย/ปี = 132 X 48,000 = 6,336,000 บาท/ปี

3) ค่าบริการตรวจเช็คนอกสถานที่ต่อเดือน

ค่าบริการ/เดือน = 7 X 1,000 = 7,000 บาท/เดือน

4) ค่าบริการตรวจเช็คนอกสถานที่ต่อปี

ค่าบริการ/ปี = 84 X 1,000 = 84,000 บาท/ปี

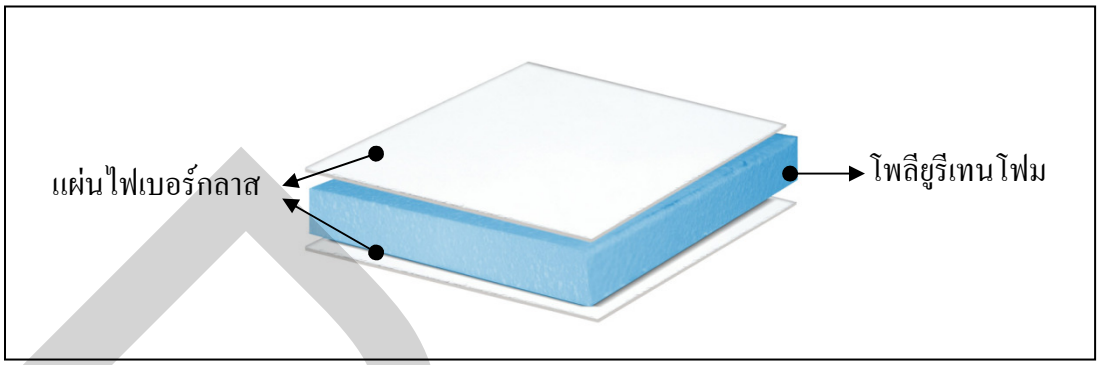
ดังนั้น รวมรายได้ต่อปี = 6,336,000 + 84,000 = 6,420,000 บาท/ปี

4.2.2.4 การศึกษาความสามารถในการจัดหาวัตถุดิบและสิ่งอำนวยความสะดวก

วัตถุดิบหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน สามารถหาแหล่งในการจัดหาได้ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลซึ่งใกล้ที่ตั้งโรงงานการผลิต ทำให้การสั่งซื้ออุปกรณ์ใช้เวลาน้อย ลดระยะเวลาการรอคอยและลดต้นทุนค่าขนส่ง จึงทำการผลิตได้อย่างรวดเร็ว

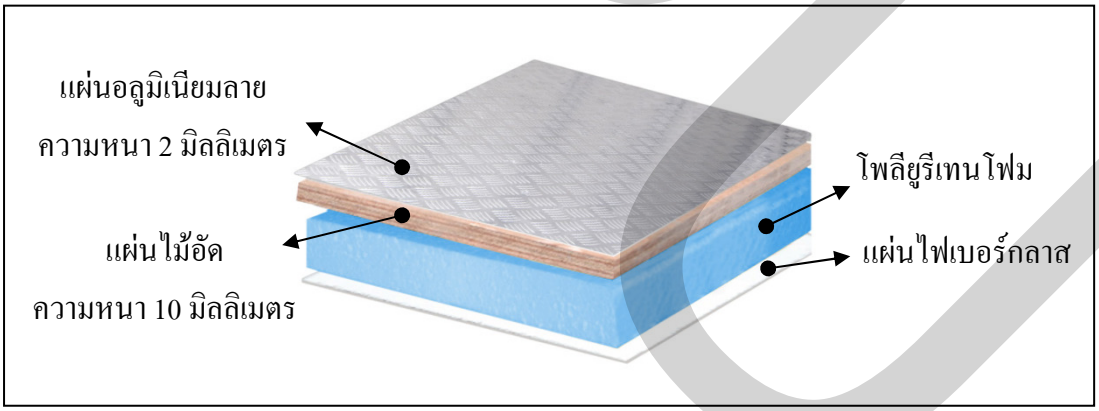
4.2.3 การทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

เครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียนในงานวิจัยนี้ติดตั้งในตู้ห้องเย็น (รูปที่ 4.23) ขนาด 1 ตัน ผลิตด้วยไฟเบอร์กลาสแบบ Sandwich Panel ขนาดบรรจุภายในตู้ 5 ลูกบาศก์เมตร มีสัดส่วนภายนอกตู้ 1,750 x 2,420 x 1,670 มิลลิเมตร และสัดส่วนภายในตู้ 1,605 x 2,170 x 1,450 มิลลิเมตร ผนังตู้ห้องเย็น (รูปที่ 4.21) เป็นไฟเบอร์กลาสชนิดแผ่นเรียบเจลโค้ทสีในตัวทนต่อรังสีอัลตร้าไวโอเรตมีความหนา 1.2 มิลลิเมตร ฉนวนกันความร้อนภายในตู้เป็นโพลียูรีเทนโฟม ซึ่งมีคุณสมบัตินำความร้อนและดูดซึมความชื้นต่ำ น้ำหนักเบา ผนังหนา 75 – 100 มิลลิเมตร ความหนาแน่น 35 – 40 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 4.21 โครงสร้างผนังตู้ห้องเย็นแบบSandwich Panel

มีเสาเสริมแรง เพื่อเสริมความแข็งแรงของผนัง โดยผนังหน้าใช้ไม้เนื้อแข็งขนาดประมาณ 50 x 100 มิลลิเมตรวางตามความสูงของตู้พื้นภายในตู้ (รูปที่ 4.22) เป็นไม้อัดกันน้ำมีความหนาประมาณ 10 มิลลิเมตรปูทับด้วยแผ่นอลูมิเนียมลายมีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร ปูเต็มพื้นที่พื้นภายในตู้มีฉนวนกันความร้อนโพลียูรีเทนโฟมไฟเบอร์กลาสแผ่นเรียบมีความหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.22 โครงสร้างพื้นตู้ห้องเย็น

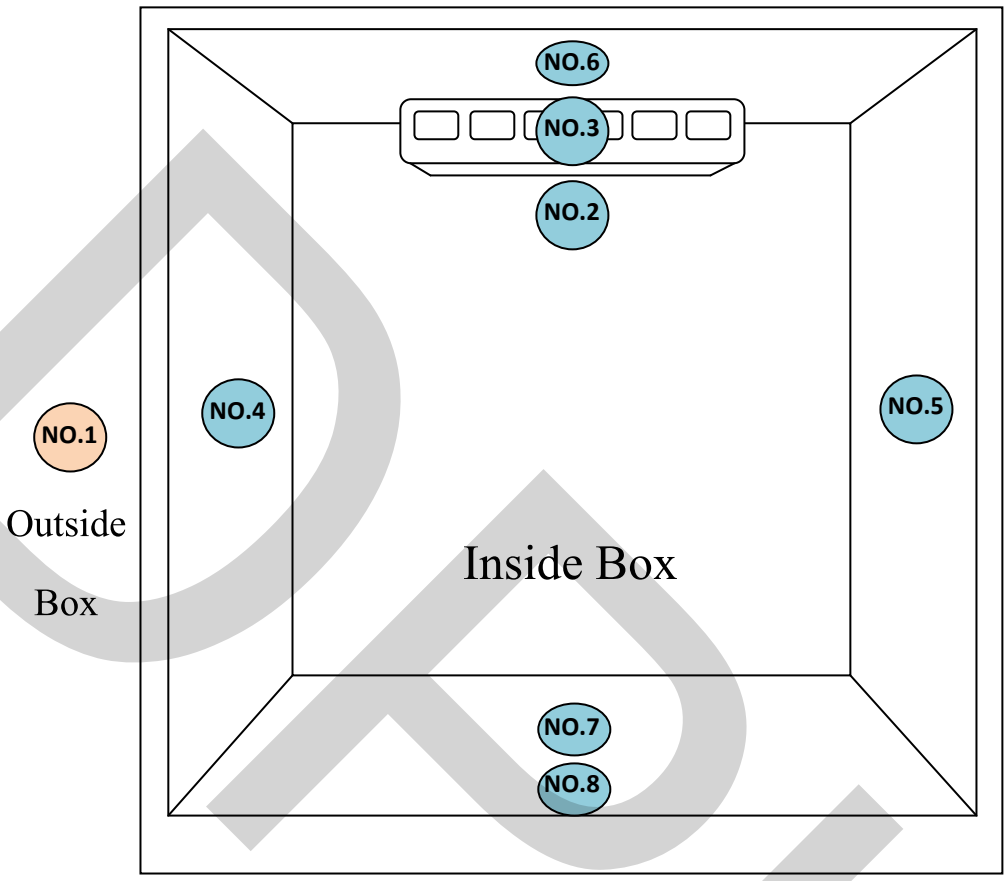
ผนังภายในติดตั้งตัวรับแรงกระแทกและช่วยกระจายความเย็นให้กับสินค้า ทำให้ตู้ห้องเย็นมีประสิทธิภาพในการกักเก็บความเย็นสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ห้องเย็นได้ตามอุณหภูมิที่กำหนดไว้ และกั้นความร้อนจากภายนอกที่มีผลกระทบต่อตู้ห้องเย็น ทำให้ผลิตภัณฑ์นมโรงเรียนภายในตู้ห้องเย็นมีคุณภาพตามมาตรฐาน การเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส

รูปที่ 4.23 ขนาดตู้ห้องเย็นรถขนส่งนมโรงเรียน

การทดสอบคุณภาพการลดอุณหภูมิของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน เครื่องมือที่ใช้ทดสอบคุณภาพเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน นี้ คือ เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ Midi Logger GL200 (รูปที่ 4.24) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิตั้งแต่ 0 องศาเซลเซียส ถึง 40 องศาเซลเซียส โดยมีสายเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ บันทึกอุณหภูมิทุก 1 นาที แสดงเส้นกราฟและอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ขณะทำงานทางหน้าจอของเครื่อง Midi Logger GL200 สามารถนำข้อมูลที่บันทึกออกจากเครื่อง Midi Logger GL200 ลงข้อมูลในคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ผลได้

รูปที่ 4.24 เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ Midi Logger GL200

ติดตั้งสายเซนเซอร์วัดอุณหภูมิทั้งหมด 8 ตำแหน่ง โดยสายเซนเซอร์ NO.1 วัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งภายนอกตู้ห้องเย็น เพื่อวัดอุณหภูมิภายนอกที่มีผลกระทบต่อตู้ห้องเย็น และสายเซนเซอร์ NO.2 - NO.8 วัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งตรงกลางของด้านต่างๆภายในตู้ห้องเย็น ดังรูปที่ 4.25



NO.1	วัดอุณหภูมิตำแหน่งภายนอกตู้ห้องเย็น (Ambient)	NO.5	วัดอุณหภูมิตำแหน่งด้านขวา (Right)
		NO.6	วัดอุณหภูมิตำแหน่งด้านบน (Top)
NO.2	วัดอุณหภูมิตำแหน่งลมเข้า (Inlet)	NO.7	วัดอุณหภูมิตำแหน่งด้านล่าง (Floor)
NO.3	วัดอุณหภูมิตำแหน่งลมออก (Outlet)	NO.8	วัดอุณหภูมิตำแหน่งด้านท้าย (Rear)
NO.4	วัดอุณหภูมิตำแหน่งด้านซ้าย (Left)		

รูปที่ 4.25 แผนผังตำแหน่งติดตั้งสายเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 8 ตำแหน่งสายเซนเซอร์ NO.1 - NO.8 วัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆบนตู้ห้องเย็นดังนี้

ติดตั้งสายเซนเซอร์วัดอุณหภูมิทั้งหมด 8 ตำแหน่ง เข้ากับรถขนส่งนมโรงเรียน เพื่อทำการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) ตั้งแต่อุณหภูมิปกติภายในตู้ห้องเย็นซึ่งแสดงผลที่หน้าจอเครื่องควบคุมอุณหภูมิภายในห้องโดยสาร (เมื่อเปิดสวิทซ์เครื่องยนต์แต่ปิดเครื่องทำความเย็น) ถึงอุณหภูมิที่ปรับตั้งไว้คือ 4 องศาเซลเซียส ตำแหน่งที่ 1 วัดอุณหภูมิตำแหน่งภายนอกตู้ห้องเย็น (Ambient)

และตำแหน่งที่ 2 – 7 วัดอุณหภูมิตำแหน่งภายในตู้ห้องเย็นโดยเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ Midi Logger GL200 ดังรูปที่ 4.26 4.27 และ 4.28

รูปที่ 4.26 สายเซนเซอร์วัดอุณหภูมิภายนอกตู้ห้องเย็น (Ambient)

รูปที่ 4.27 สายเซนเซอร์วัดอุณหภูมิภายในตู้ห้องเย็น 7 ตำแหน่ง

รูปที่ 4.28 เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ Midi Logger GL200ทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) ทั้งหมด 8 ตำแหน่ง

การเก็บข้อมูลการวิจัย สามารถออกแบบตารางการบันทึกข้อมูล 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของรถยนต์ ขอบเขตในการทดสอบ ดังตารางที่ 4.17 และ 4.18 ตามลำดับ

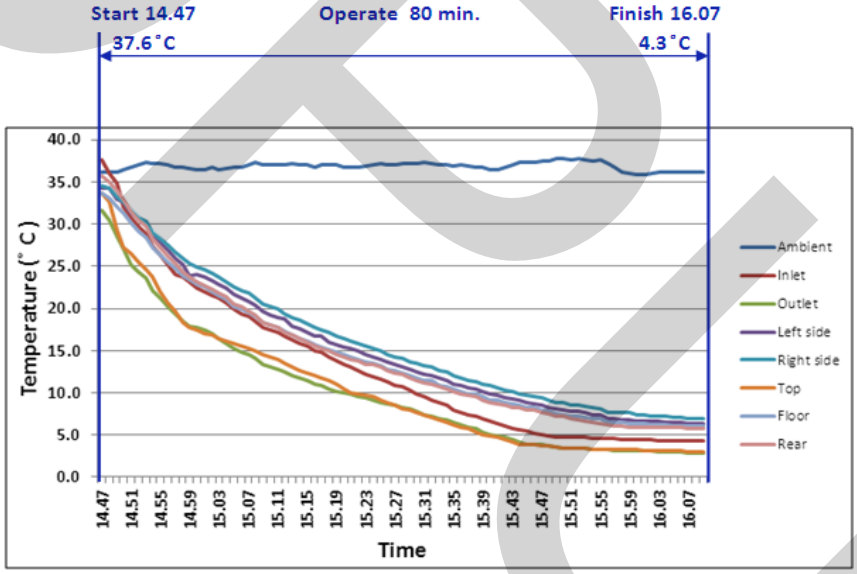
ตารางที่ 4.17 ข้อมูลทั่วไปของรถยนต์

Subject		**Detail**
Testing date		28th March, 2012
Place		UMS
Vehicle name		TOYOTA VIGO
Refrigerator model		Prototype Refrigerator
Refrigerant type		R134a
Box specification (Internal dimension)	Length (mm.)	2,170
	Height (mm.)	1,450
	Width (mm.)	1,605
	Capacity (m^3)	5
Insulator	Material	Polyurethane Foam
	Thickness (mm.)	100

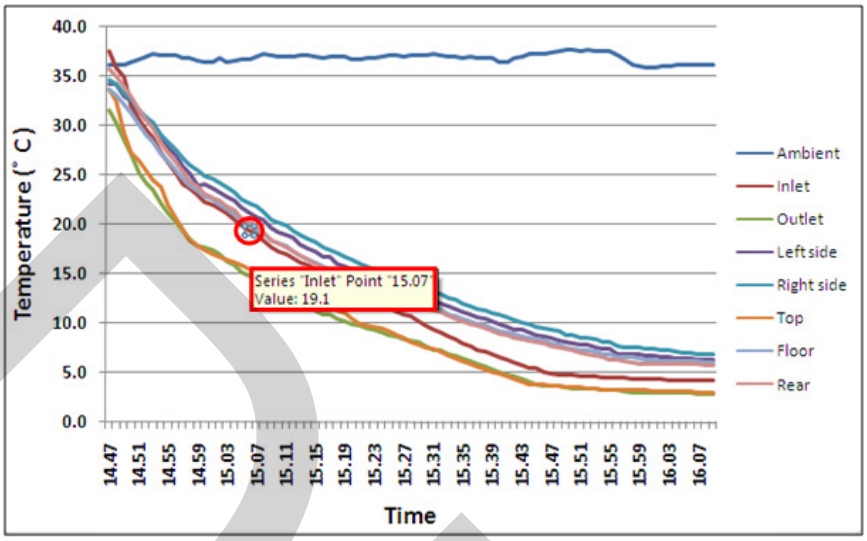
ตารางที่ 4.18 ขอบเขตในการทดสอบ

Subject	**Detail**
Engine speed (rpm)	1,800
Set temperature (°C)	4
Sensor locations (points)	8
Period time (min.)	80
Tooling test	Midi Logger GL200

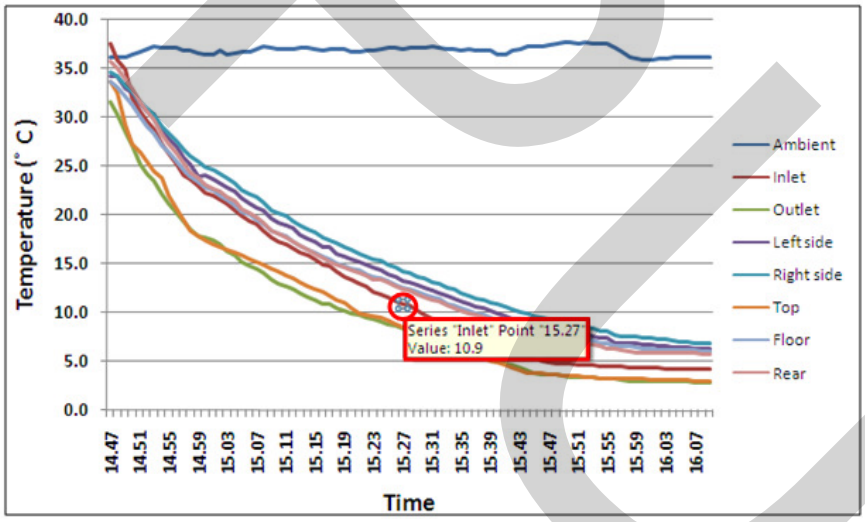
เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะเวลาการลดอุณหภูมิของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน และระยะเวลามาตรฐานการลดอุณหภูมิเครื่องทำความเย็นของประเทศญี่ปุ่น ด้วยการทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) ของเครื่องทำความเย็น ใช้เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ Midi Logger GL200 โดยติดตั้งเซนเซอร์รับอุณหภูมิทั้งหมด 8 ตำแหน่ง สามารถนำอุณหภูมิทั้ง 8 ตำแหน่ง วิเคราะห์โดยใช้กราฟดังรูปที่ ปรับตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิที่ติดตั้งภายในห้องโดยสาร 4 องศาเซลเซียส เปิดการทำงานของเครื่องทำความเย็น เริ่มทำการทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) ณ ตำแหน่ง Inlet เวลา 14.47 น. มีอุณหภูมิ 37.6 องศาเซลเซียส สิ้นสุดการทดสอบวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่ง Inlet เวลา 16.07 น. มีอุณหภูมิ 4.3 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาลดอุณหภูมิ 80 นาที แสดงอุณหภูมิ ณ ตำแหน่ง Inlet ทุก 20 นาที ดังรูปที่ 4.29 - 4.33



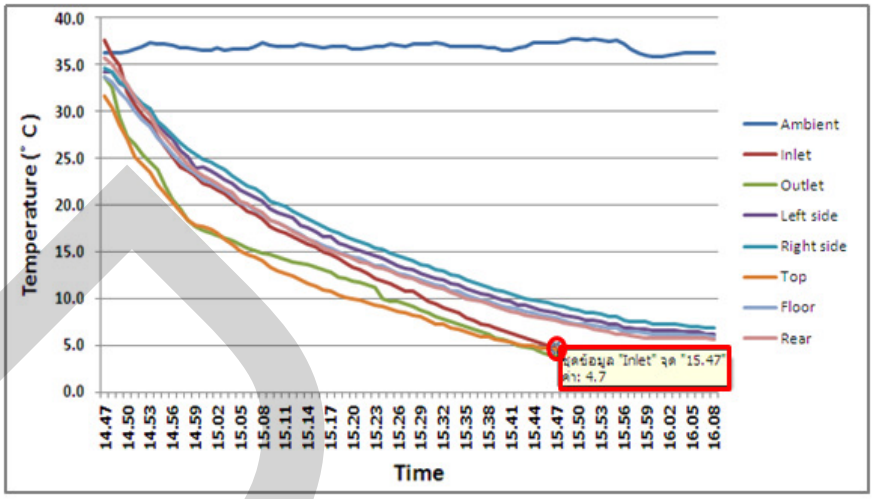
รูปที่ 4.29 กราฟทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) เครื่องทำความเย็นของรถขนส่งนมโรงเรียน แสดงอุณหภูมิในช่วงเวลาการทำงานของเครื่องทำความเย็น



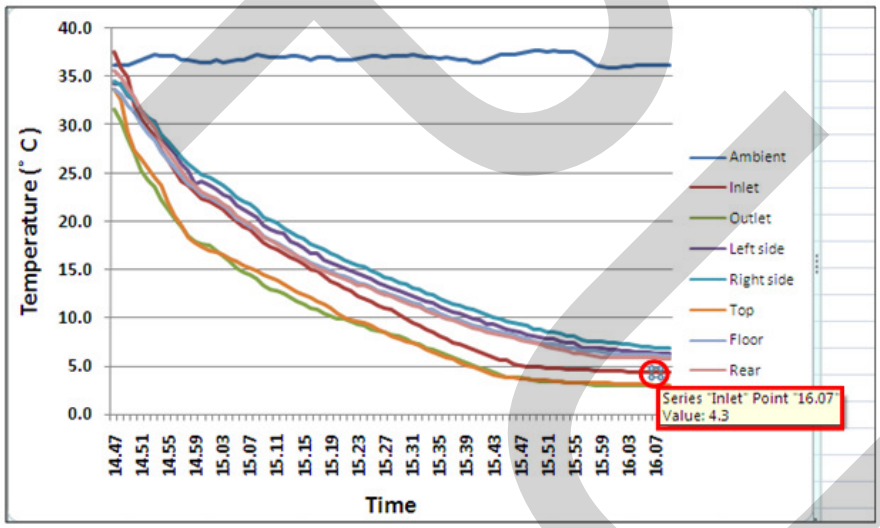
รูปที่ 4.30 กราฟทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) เครื่องทำความเย็นของรถขนส่งนมโรงเรียน แสดงอุณหภูมิ 19.1 °C ณ ตำแหน่ง Inlet เวลา 15.07 น.



รูปที่ 4.31 กราฟทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) เครื่องทำความเย็นของรถขนส่งนมโรงเรียนแสดงอุณหภูมิ 10.9˚C ณ ตำแหน่ง Inlet เวลา 15.27 น.

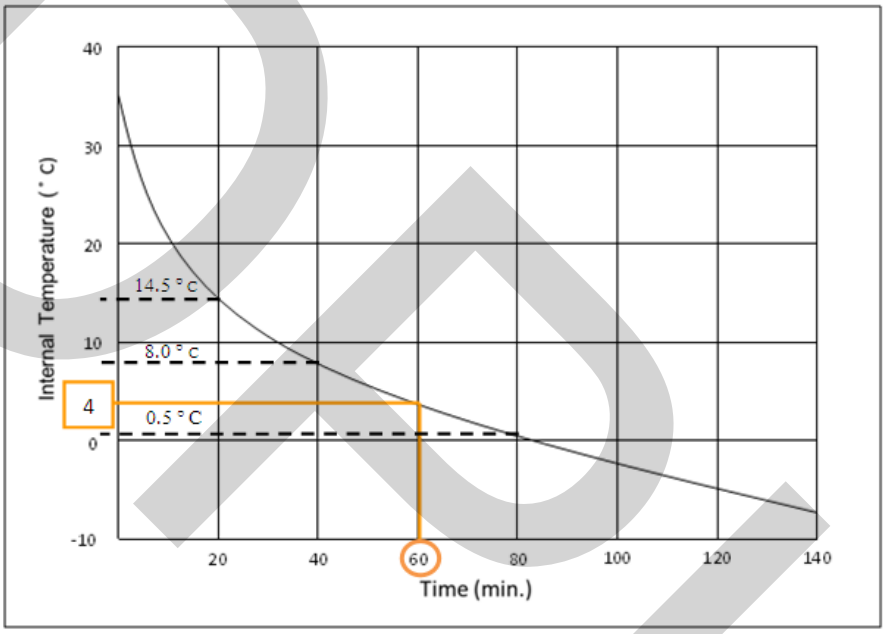


รูปที่ 4.32 กราฟทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) เครื่องทำความเย็นของรถขนส่งนมโรงเรียนแสดงอุณหภูมิ 4.7°C ณ ตำแหน่ง Inlet เวลา 15.47 น.



รูปที่ 4.33 กราฟทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) เครื่องทำความเย็นของรถขนส่งนมโรงเรียนแสดงอุณหภูมิ 4.3°C ณ ตำแหน่ง Inlet เวลา 16.07 น.

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการลดอุณหภูมิของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน และระยะเวลามาตรฐานการลดอุณหภูมิเครื่องทำความเย็นของประเทศญี่ปุ่น (รูปที่ 4.34) ที่ใช้ระยะเวลามาตรฐานการลดอุณหภูมิจากอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาประมาณ 60 นาที ซึ่งมีระยะเวลาการลดอุณหภูมิแตกต่างการทดสอบการลดอุณหภูมิของเครื่องทำความเย็นประมาณ 20 นาที ดังตารางที่ 4.19



รูปที่ 4.34 กราฟแสดงลักษณะการลดอุณหภูมิตามระยะเวลามาตรฐานของเครื่องทำความเย็นประเทศญี่ปุ่น

ตารางที่ 4.19 การเปรียบเทียบอุณหภูมิจากการทดสอบการลดอุณหภูมิของเครื่องทำความเย็นและอุณหภูมิมาตรฐานการลดอุณหภูมิเครื่องทำความเย็นของประเทศญี่ปุ่นทุก 20 นาที

ณ เวลา	อุณหภูมิ (°C)	
	เครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน	เครื่องทำความเย็นของประเทศญี่ปุ่น
เริ่มต้น	37.6	35.0
20 นาที	19.1	14.5
40 นาที	10.9	8.0
60 นาที	4.7	4.0
80 นาที	4.3	0.5

จากตารางที่ 4.19 เปรียบเปรียบเทียบอุณหภูมิจากการทดสอบการลดอุณหภูมิของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน และอุณหภูมิมาตรฐานการลดอุณหภูมิระบบทำความเย็นของประเทศญี่ปุ่น อุณหภูมิเริ่มต้นของการทดสอบการลดอุณหภูมิ (Cool Down Test) เครื่องทำความเย็นนี้มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิมาตรฐานของเครื่องทำความเย็นของประเทศญี่ปุ่นประมาณ 2.6 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจส่งผลถึงระยะเวลาการลดอุณหภูมิ ทำให้การทดสอบการลดอุณหภูมิของเครื่องทำความเย็นนี้ใช้เวลานานกว่าระยะเวลามาตรฐานการลดอุณหภูมิเครื่องทำความเย็นของประเทศญี่ปุ่นประมาณ 20 นาที

4.3 การวิเคราะห์ด้านการบริหาร

การศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน สามารถวิเคราะห์ด้านการบริหาร ซึ่งประกอบด้วยรูปแบบขององค์กรธุรกิจ รูปแบบบริหารภายในและการจ่ายค่าตอบแทน ได้ดังต่อไปนี้

4.3.1 รูปแบบขององค์กรธุรกิจ

โครงการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน ดำเนินการจดทะเบียนบริษัทจำกัด เพื่อให้มีความมั่นคงต่อการลงทุน ไม่พิจารณาการกู้จากสถาบันการเงิน เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาความเสี่ยงทางการเงิน เป็นการลดหนี้สินและดอกเบี้ย มีแผนดำเนินการและรายละเอียดของโครงการดังตารางที่ 4.20 และ 4.21

ตารางที่ 4.20 แผนดำเนินการโครงการ

ลำดับ	กิจกรรมดำเนินการ	ระยะเวลา (เดือน)
1	ศึกษาความเป็นไปได้	1
2	จัดหาสถานที่ประกอบการ	2
3	จัดตั้งบริษัทจำกัด	1
4	จัดหาแหล่งวัตถุดิบ	1
5	รับสมัครบุคลากร	2
6	ทำสื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์	2

ตารางที่ 4.21 Gantt Chart การดำเนินโครงการ

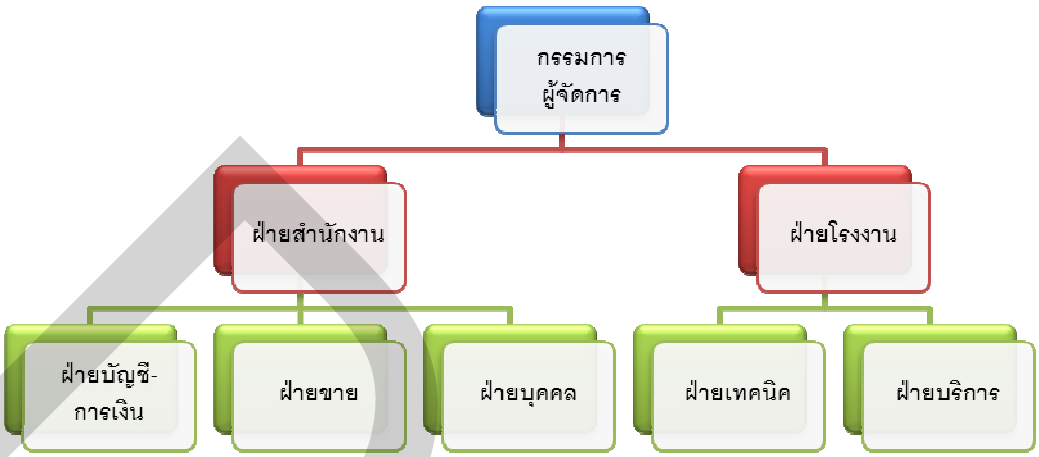
ลำดับ	กิจกรรมดำเนินการ	เดือน				
		1	2	3	4	5
1	ศึกษาความเป็นไปได้	———				
2	จัดหาสถานที่ประกอบการ		———	———		
3	จัดตั้งบริษัทจำกัด				———	
4	จัดหาแหล่งวัตถุดิบ				———	
5	รับสมัครบุคลากร				———	———
6	ทำสื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์				———	———

4.3.2 รูปแบบบริหารภายใน

รูปแบบบริหารภายในขององค์กร ประกอบด้วย โครงสร้างองค์กร จำนวนและคุณสมบัติของบุคลากร ดังต่อไปนี้

4.3.2.1 โครงสร้างองค์

รูปแบบบริหารภายในมีโครงสร้างองค์กรแบ่งออกเป็น 2 ฝ่าย คือ ฝ่ายสำนักงาน และฝ่ายโรงงาน ดังรูปที่ 4.35



รูปที่ 4.35 โครงสร้างองค์กร

4.3.2.2 จำนวนและคุณสมบัติของบุคลากร

โครงการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน พิจารณาการคัดเลือกบุคลากรให้คุณสมบัติที่เหมาะสมกับตำแหน่งต่างๆ และลักษณะงาน ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 จำนวนและคุณสมบัติของบุคลากรของแต่ละฝ่าย

ตำแหน่ง	คุณสมบัติ	จำนวน (คน)	ลักษณะงาน
ผู้จัดการฝ่ายบัญชีและการเงิน	- เพศหญิง อายุ 30 ปีขึ้นไป - วุฒิปริญญาตรี - มีประสบการณ์ 5 ปีขึ้นไป	1	ควบคุมดูแลงานด้านการบัญชีและการเงิน
พนักงานบัญชีและการเงิน	- เพศชาย/หญิง - วุฒิปวช.สาขาการบัญชีและการเงิน	1	จัดการบัญชีและการเงินขององค์กร รวบรวมข้อมูลสรุปยอดทุกๆเดือน

ตารางที่ 4.22 จำนวนและคุณสมบัติของบุคลากรของแต่ละฝ่าย (ต่อ)

ตำแหน่ง	คุณสมบัติ	จำนวน (คน)	ลักษณะงาน
พนักงานขาย	- เพศชาย/หญิง - วุฒิปวช.สาขาการบัญชีและการเงิน	2	รวบรวมข้อมูลการตลาด รายชื่อลูกค้า และทำเอกสารเสนอราคา
พนักงานฝ่ายบุคคล	- เพศชาย/หญิง - วุฒิปวช.หรือ ม.6	1	ตรวจสอบเวลาการทำงานของบุคลากรในองค์กร
ผู้จัดการฝ่ายเทคนิค	- เพศชาย อายุ 30 ปีขึ้นไป - วุฒิปวช.ขึ้นไป - มีประสบการณ์ 8 ปีขึ้นไป	1	จัดตารางการผลิตเครื่องทำความเย็น ติดตั้งและแก้ไขปัญหาด้านการผลิต
เจ้าหน้าที่ฝ่ายเทคนิค	- เพศชาย อายุ 18 ปีขึ้นไป - วุฒิปวช.ขึ้นไป	2	ติดตั้งและซ่อมเครื่องทำความเย็น
ผู้จัดการฝ่ายบริการ	- เพศชาย อายุ 30 ปีขึ้นไป - วุฒิปวช.ขึ้นไป - มีประสบการณ์ 8 ปีขึ้นไป	1	ขับรถได้ ติดตั้ง แก้ไขเครื่องทำความเย็นและดูแลงานของลูกค้านอกสถานที่
เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการ	- เพศชาย อายุ 18 ปีขึ้นไป - วุฒิปวช.ขึ้นไป	2	ขับรถได้ ติดตั้งและซ่อมเครื่องทำความเย็นนอกสถานที่
เจ้าหน้าที่คลังสินค้าและจัดซื้อ	- เพศชาย/หญิง - วุฒิปวช.หรือ ม.6	1	รับ-จ่าย จัดอุปกรณ์ ตรวจนับสินค้า กำหนดการสั่ง จัดซื้ออุปกรณ์ และอะไหล่ต่างๆ

4.3.3 การจ่ายค่าตอบแทน

กำหนดเวลาการ เปิดทุกวันยกเว้นวันอาทิตย์ (ทำงาน 6 วันต่อสัปดาห์) เปิดตั้งแต่เวลา 8.00 น. - 17.00 น. มีอัตราการจ่ายค่าตอบแทน ดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 การจ่ายค่าตอบแทน

ตำแหน่ง	จำนวน (คน)	อัตรา เงินเดือน (บาท)	อัตราเงินเดือน ต่อเดือน (บาท)	อัตราเงินเดือน ต่อปี (บาท)
กรรมการผู้จัดการ	1	25,000	25,000	300,000
ผู้จัดการฝ่ายบัญชีและการเงิน	1	14,000	14,000	168,000
พนักงานบัญชีและการเงิน	1	7,800	7,800	93,600
พนักงานขาย	2	7,800	15,600	187,200
พนักงานฝ่ายบุคคล	1	7,800	7,800	93,600
ผู้จัดการฝ่ายเทคนิค	1	14,000	14,000	168,000
เจ้าหน้าที่ฝ่ายเทคนิค	2	7,800	15,600	187,200
ผู้จัดการฝ่ายบริการ	1	14,000	14,000	168,000
เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการ	2	7,800	15,600	187,200
เจ้าหน้าที่คลังสินค้า และจัดซื้อ	1	7,800	7,800	93,600
รวม	13	113,800	137,200	1,646,400

4.4 การวิเคราะห์ด้านการเงิน

จากการวิเคราะห์ด้านการตลาด ด้านเทคนิควิศวกรรม และด้านการบริหาร สามารถวิเคราะห์ด้านการเงิน โดยแบ่งหัวข้อได้ดังนี้

4.4.1 ด้านการตลาด

การประมาณยอดขายเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน ดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 การวิเคราะห์ด้านการตลาด

จำนวนเครื่องต่อเดือน (เครื่อง)	**รายได้ต่อเดือน (บาท)**	**จำนวนเครื่องต่อปี (เครื่อง)**	**รายได้ต่อปี (บาท)**
การประมาณยอดขาย			
11	528,000	132	6,336,000
กรณีตรวจเช็คนอกสถานที่ คิดค่าบริการ 1,000 บาท/ครั้ง			
7	7,000	84	84,000
รวมทั้งสิ้น			
			6,420,000

4.4.2 เงินลงทุนในโครงการ

ก่อนดำเนินการผลิตเครื่องทำความเย็น สามารถประมาณเงินลงทุนที่จะใช้ในการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน เป็นจำนวนเงิน 6,340,069 บาท ได้ดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 รายละเอียดเงินลงทุนโครงการ

รายละเอียด	**ราคา (บาท)**
ค่าสำนักงานและโรงงาน	5,700,000
ค่าจดทะเบียนบริษัทจำกัด	16,000
ค่าติดตั้งโทรศัพท์ 2 เลขหมายและอินเตอร์เน็ต	7,990
ค่าอุปกรณ์สำนักงาน	77,661
ค่าเครื่องมือการผลิตและรถกระบะ	538,418
รวม	6,340,069

4.4.3 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการผลิต แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.26 และ 4.27 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.26 ต้นทุนคงที่

รายละเอียด	**ราคา (บาท/ปี)**
อัตราเงินเดือนค่าจ้างแรงงาน	1,646,400
ค่าโทรศัพท์และอินเตอร์เน็ต	25,800
ค่าไฟฟ้าในสำนักงาน	24,327
รวม	1,696,527

ตารางที่ 4.27 ต้นทุนผันแปร

รายละเอียด	**ราคา (บาท/ปี)**
ค่าไฟฟ้าในการผลิตเครื่องทำความเย็น	1,245
ค่าวัตถุดิบ	2,982408
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (งานนอกสถานที่)	10,920
รวม	2,974,573

4.4.4 การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทน

นำข้อมูลจากการคำนวณเงินลงทุนและต้นทุนต่างๆวิเคราะห์กระแสเงินสดรับ กระแสเงินสดจ่าย และกระแสเงินสดสุทธิ วิเคราะห์อัตราผลตอบแทนได้ดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 กระแสเงินสดของโครงการในระยะเวลา 10 ปี

ปีที่	กระแสเงินสดรับ (บาท)	กระแสเงินสดจ่าย (บาท)	กระแสเงินสดสุทธิ (บาท)	กระแสเงินสดสุทธิสะสม (บาท)
0	-	6,340,069	- 6,340,069	- 6,340,069
1	6,420,000	4,691,100	1,728,900	- 4,611,169
2	6,420,000	4,691,100	1,728,900	- 2,882,269
3	6,420,000	4,691,100	1,728,900	- 1,153,369
4	6,420,000	4,691,100	1,728,900	575,531
5	6,420,000	4,691,100	1,728,900	2,304,431
6	6,420,000	4,691,100	1,728,900	4,033,331
7	6,420,000	4,691,100	1,728,900	5,762,231
8	6,420,000	4,691,100	1,728,900	7,491,131
9	6,420,000	4,691,100	1,728,900	9,220,031
10	6,420,000	4,691,100	1,728,900	10,948,931

จะได้ NPV = - 6,340,069 + 1,728,900 (P/A, i%, 10)

คำนวณหาอัตราผลตอบแทนภายใน IRR

ที่ i = 20 %

NPV = - 6,340,069 + 1,728,900 (P/A, 20%, 10)

NPV = - 6,340,069 + 1,728,900 (4.192)

NPV = 907,479.80

ที่ i = 30 %

NPV = - 6,340,069 + 1,728,900 (P/A, 30%, 10)

NPV = - 6,340,069 + 1,728,900 (3.092)

NPV = - 994,310.20

$\therefore$ IRR = 20 + [(30 – 20)/(907,479.80 + 994,310.20)] x 907,479.80

IRR = 24.77 %

ดังนั้น โครงการนี้มีอัตราผลตอบแทนภายใน 24.77 %

4.4.5 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

จากการศึกษาการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน นำข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณการขาย ราคาขายต่อหน่วย ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร คำนวณจุดคุ้มทุนได้ ดังนี้

จากสมการ (2.1) $x = \frac{f}{p - v}$

กำหนด f = ต้นทุนคงที่ 10 ปี

f = 1,696,527 x 10

f = 16,965,270

p = ราคาขายต่อหน่วย

p = 6,420,000/132

p = 48,636.36

v = ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย

v = 2,994,573/132

v = 22,686

แทนค่าในสมการ (2.1)

$x = \frac{16,965,270}{48,636.36 - 22,686}$

x = 653.76 เครื่อง

จากการประมาณยอดขาย 132 เครื่อง ภายใน 1 ปี จะใช้ระยะเวลาคุ้มทุน 653.76/132 เท่ากับ 4.95 ปี

ดังนั้น เครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน มีจุดคุ้มทุนการขายประมาณ 654 เครื่อง ใช้ระยะเวลา 4.95 ปี หรือ ประมาณ 59 เดือน

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์การผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน ด้านการตลาด ด้านวิศวกรรม ด้านการบริหารและด้านการเงิน ซึ่งสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

5.1.1 สรุปผลการวิเคราะห์ด้านการตลาด

จากข้อมูลต่างๆของการวิเคราะห์ด้านการตลาด สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ขนาดของตลาด ณ ปัจจุบัน มีจำนวนผู้ประกอบการที่มีสิทธิจำหน่ายและขนส่งนมในโครงการอาหารเสริม(นม)โรงเรียนจำนวน 70 ราย และในแต่ละวันมีสิทธิการจำหน่ายนมโรงเรียน 7,953,635 กล่อง-ถุงต่อวัน

2) แนวโน้มของตลาด พิจารณางบประมาณโครงการนมโรงเรียนและจำนวนประชากรที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จึงวิเคราะห์ได้ว่า ในอนาคตจะมีการใช้เครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียนมากขึ้น

3) การศึกษาส่วนแบ่งของตลาด มีคู่แข่งขันผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน เพียง 1 ราย คือ บริษัท เอ็มพีซีคูล จำกัด จังหวัดสมุทรสาคร ขายเครื่องทำความเย็นในราคา 50,000 บาท และจัดตั้งโรงงานและสำนักงานเพื่อดำเนินกิจการผลิตเครื่องทำความเย็นนี้ ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ เนื้อที่ 200 ตารางวา ราคา 5,700,000 บาท

4) การพยากรณ์ความต้องการของตลาดเครื่องทำความเย็นจากข้อมูลการปริมาณการขายเครื่องทำความเย็นนำเข้าในแต่ละเดือนของบริษัทแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพฯในปี พ.ศ.2552 ถึงปี พ.ศ.2554 และจากการสัมภาษณ์ฝ่ายขายของบริษัทที่ผลิตเครื่องทำความเย็นเพื่อขนส่งนมโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรสาคร พบว่า มีแนวโน้มการผลิตสูงขึ้นทุกปี

5) การวิเคราะห์การแข่งขันทางธุรกิจ โดยใช้ Five-Forces Model พบว่า โอกาสในการทำกำไรของธุรกิจการผลิตเครื่องทำความเย็นมีโอกาสมาก

6) การวิเคราะห์ส่วนประสมการตลาด โดยใช้ 4 กลยุทธ์ ได้แก่ กลยุทธ์ด้านผลิตภัณฑ์ กลยุทธ์ด้านราคา กลยุทธ์ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และกลยุทธ์ด้านการส่งเสริมการตลาด สามารถสร้างอิทธิพลเพื่อโน้มน้าวความต้องการเครื่องทำความเย็นของลูกค้ารายเก่า และลูกค้ารายใหม่ได้มาก

5.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์ด้านเทคนิควิศวกรรม

จากข้อมูลต่างๆของการวิเคราะห์ด้านวิศวกรรม สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ด้านคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์และออกแบบเครื่องทำความเย็น สามารถกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องทำความเย็นต้นแบบ โดยใช้ใบรายการวัสดุ (Bill of Material: BOM) กำหนดการติดตั้งอุปกรณ์ของเครื่องทำความเย็นซึ่งแบ่งอุปกรณ์การผลิตตามตำแหน่งที่ติดตั้งมีทั้งหมด 5 กลุ่ม และสารเคมี 2 ชนิด

2) กระบวนการผลิต การผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียนมีกระบวนการผลิต 14 ขั้นตอน โดยใช้ระยะเวลาการประกอบอุปกรณ์ต่างๆและการติดตั้งเครื่องทำความเย็นบนรถห้องเย็น เป็นเวลาทั้งหมด 305 นาที/เครื่อง

3) การประมาณยอดขายเครื่องทำความเย็น ขายได้เดือนละ 11 เครื่อง ตั้งราคาขายเครื่องละ 48,000 บาท กรณีตรวจเช็คนอกสถานที่ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลเดือนละ 7 ครั้ง คิดค่าบริการครั้งละ 1,000 บาท ภายใน 1 ปี จะได้รายรับ 6,420,000 บาท/ปี

4) การทดสอบการลดอุณหภูมิ(Cool Down Test) ของเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน ปรับตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิที่ติดตั้งภายในห้องโดยสาร 4 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการลดอุณหภูมิของระบบทำความเย็นต้นแบบและระยะเวลามาตรฐานการลดอุณหภูมิระบบทำความเย็นของประเทศญี่ปุ่นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสใช้ระยะเวลาประมาณ 60 นาที ซึ่งมีระยะเวลาการลดอุณหภูมิแตกต่างการทดสอบการลดอุณหภูมิของระบบทำความเย็นต้นนี้ประมาณ 20 นาที

5.1.3 สรุปผลการวิเคราะห์ด้านการบริหาร

จากข้อมูลต่างๆของการวิเคราะห์ด้านการบริหาร สามารถสรุปได้ดังนี้

1) รูปแบบขององค์กรธุรกิจ ดำเนินการจดทะเบียนบริษัทจำกัด แบ่งออกเป็นฝ่ายสำนักงาน และฝ่ายโรงงาน มีแผนดำเนินการโครงการในระยะเวลา 5 เดือน

2) รูปแบบบริหารภายใน มีบุคลากรในองค์กรทั้งหมด 13 คนซึ่งคัดเลือกตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้

3) การจ่ายค่าตอบแทน จำนวนบุคลากร 13 คน มีอัตราเงินเดือนทั้งหมด 137,200 บาท/เดือน และ 1,646,400 บาท/ปี

5.1.4 สรุปผลการวิเคราะห์ด้านการเงิน

จากข้อมูลต่างๆของการวิเคราะห์ด้านการเงิน สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ด้านการตลาด การประมาณยอดขายเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน รายได้จากการขายและค่าบริการตรวจเช็คนอกสถานที่ต่อปีรวมทั้งสิ้น 6,420,000 บาท/ปี

2) เงินลงทุนในโครงการ ประกอบด้วยค่าสำนักงานและโรงงาน ค่าจดทะเบียนบริษัทจำกัด ค่าติดตั้งโทรศัพท์ 2 เลขหมายและอินเตอร์เน็ต ค่าอุปกรณ์สำนักงาน และค่าเครื่องมือการผลิตและรถกระบะ รวมทั้งสิ้น 6,340,069 บาท

3) การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต ซึ่งแบ่งออกเป็นต้นทุนคงที่ 1,696,527 บาท และต้นทุนผันแปร 2,994,573 บาท

4) การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทน จากกระแสเงินสดรับ กระแสเงินสดจ่าย และกระแสเงินสดสุทธิในระยะเวลา 10 ปี จะได้อัตราผลตอบแทน 24.77 %

5) การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน จากข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณการขายเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อขนส่งนมโรงเรียน มีจุดคุ้มทุนที่ 4.95 ปี หรือประมาณ 59 เดือน ในปริมาณการผลิตเครื่องทำความเย็นจำนวน 654 เครื่อง

จากผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนของการลงทุนการผลิตเครื่องทำความเย็นสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อนขนส่งนมโรงเรียน ทั้ง 4 ด้าน มีความคุ้มค่าในการลงทุน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การเลือกทำเลที่ตั้งสำนักงานและโรงงานผลิตเครื่องทำความเย็น ควรคำนึงถึงสภาพพื้นที่ระยะทางขนส่ง และจำนวนลูกค้าในบริเวณนั้นๆ ทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจด้านความสะดวกสบายในการติดต่อสอบถามและการเดินทาง สร้างความดึงดูดใจแก่ลูกค้ารายใหม่

5.2.2 หากมีการโฆษณาผ่านสื่อต่างๆ อาจทำให้ยอดขายเพิ่มขึ้นจากการประมาณไว้ ส่งผลให้มีจุดคุ้มทุนเร็วขึ้นและอัตราผลตอบแทนมากขึ้นด้วย

บรรณานุกรม

DPU

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

กระทรวงสาธารณสุข. (2552). **คู่มือมารักษาคุณภาพนมโรงเรียนกันเถอะ ฉบับผู้ประกอบการ.** กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข.

กระทรวงสาธารณสุข. (2552). **คู่มือคลายข้อสงสัย เรื่อง นอ..มอ..นม.** กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข.

จันทนา จันทโรและคณะ. (2536). **การศึกษาความเป็นไปได้ โครงการด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฐาปนา ฉิ่นไพศาล. (2544). **การบริหารโครงการและการศึกษาความเป็นไปได้.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ธีระฟิล์มและไซเท็กซ์.

วารุณี ตันติวงศ์วาณิช และคณะ. (2546). **หลักการตลาด.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า.

เวณิกา เบ็ญจพงษ์. (2551). **คู่มือการสร้างความเข้าใจการขนส่งและเก็บรักษา "นม".** กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับ ศูนย์ศึกษาระบบความปลอดภัยอาหารและโภชนาการ สถาบันคลังสมองของชาติ.

สวัสดิ์ บุญเถื่อน. (2538), **เครื่องปรับอากาศรถยนต์**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ศิวฤทธิ์ พงศกรรังศิลป์. (2547). **หลักการตลาด**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ท้อป.

วิทยานิพนธ์

กัญญทอง หรดาล. (2550). **การใช้ระบบสารสนเทศในการจัดการคลังสินค้าสำหรับอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม**.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ชวลิตร พันธุ์ชมพู. (2550). **การขนส่งผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม**.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ทินกร ปิติกุล. (2551). **การวิเคราะห์ต้นทุนตามกิจกรรมสำหรับการจัดการงานซ่อมบำรุงของระบบทำความเย็นในโรงงานตัวอย่าง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วิทูร หอยสังข์. (2551). **การสร้างชุดประลองระบบทำความเย็นและปรับอากาศรถยนต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

การค้นคว้าแบบอิสระ

เกสรา แสนใจบาล. (2550). **การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตหน้ากากอนามัยแบบใยสังเคราะห์ ชนิดฆ่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่**. การค้นคว้าแบบอิสระปริญญามหาบัณฑิต สาขาบริหารธุรกิจ. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สราวุธ จายโจง. (2553). **การศึกษาความเป็นไปได้การติดตั้งระบบค้นหาพิกัดผ่านดาวเทียมในธุรกิจรถเช่า.** การค้นคว้าแบบอิสระปริญญามหาบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

ดนัย บุญยเกียรติ. (2551). การลดอุณหภูมิและการขนส่งผลิตผล (ตอนที่ 3). สมาคมเครื่องทำความเย็นไทย. สืบค้นเมื่อ 27 ธันวาคม 2553,

จาก **http://www.thairefrig.or.th/download/thairefrig_or_th/decrease%temp.).pdf**

บริษัท สหมณฑลเซอร์วิสเซ็นเตอร์ จำกัด. (2554). เข้าใจระบบทำความเย็น. สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2555, จาก **http://umsdenso.siamvip.com**

ผู้จัดการออนไลน์. (2554). ผู้ปกครองนักเรียนน่าน โร่ร้อง สคบ.-พบนมกล่องบูด-เด็กกินท้องเสียระนาว. สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2555.

จาก **http://www.manager.co.th/Local/ViewNews.aspx?NewsID=9540000124697**

ศูนย์ปฏิบัติการปศุสัตว์. (2552). งบประมาณโครงการอาหารเสริม(นม). สืบค้นเมื่อ 19 มกราคม 2555. **จาก http://www.dld.go.th/doc/schoolm3.html**

สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง. (2545). จำนวนประชากรและบ้าน. สืบค้นเมื่อ 19 มกราคม 2555. จาก **http://stat.bora.dopa.go.th/xstat/popyear.html**

DPU

ภาคผนวก

DPU

ภาคผนวก ก

DPU

ตารางบันทึกตารางบันทึกอุณหภูมิที่บันทึกได้จากเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ Midi Logger GL200 ที่ติดตั้ง ณ ตำแหน่งต่างๆ

Time	Ambient	Inlet	Outlet	Left side	Right side	Top	Floor	Rear
	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5	NO.6	NO.7	NO.8
14.47	36.2	37.6	31.6	34.2	34.6	33.7	33.7	35.7
14.48	36.2	36.0	30.4	34.2	34.2	32.6	33.1	35.0
14.49	36.2	34.9	28.5	33.0	33.2	29.3	32.1	33.9
14.50	36.4	32.1	27.1	32.6	32.6	27.3	31.3	32.9
14.51	36.7	30.7	25.2	31.4	31.6	26.5	30.1	31.5
14.52	37.0	29.7	24.3	30.6	30.8	25.5	29.1	30.5
14.53	37.3	28.8	23.6	30.3	30.3	24.6	28.4	29.7
14.54	37.2	27.4	22.2	28.7	29.0	23.8	27.2	28.2
14.55	37.2	26.3	21.2	27.8	28.3	22.0	26.4	27.2
14.56	37.1	25.2	20.3	27.0	27.5	20.6	25.5	26.2
14.57	36.8	24.1	19.4	25.9	26.7	19.6	24.7	25.3
14.58	36.8	23.7	18.5	25.2	26.0	18.4	23.9	24.3
14.59	36.6	23.1	17.9	23.9	25.4	17.8	23.4	23.7
15.00	36.5	22.4	17.7	24.1	24.9	17.4	22.8	23.1
15.01	36.5	22.0	17.5	23.7	24.6	17.0	22.5	22.7
15.02	36.8	21.6	17.0	23.3	24.2	16.8	22.0	22.3
15.03	36.5	21.2	16.4	22.8	23.8	16.5	21.6	21.8
15.04	36.6	20.6	15.9	22.4	23.2	16.2	21.1	21.4
15.05	36.7	20.0	15.2	21.7	22.6	15.9	20.3	20.5
15.06	36.7	19.4	14.8	21.2	22.1	15.5	20.0	20.2
15.07	37.0	19.1	14.5	20.8	21.8	15.2	19.5	19.7
15.08	37.3	18.5	14.1	20.4	21.3	14.9	19.1	19.2
15.09	37.1	17.7	13.4	19.6	20.5	14.5	18.4	18.4
15.10	37.0	17.4	13.0	19.2	20.2	14.2	18.1	18.1
15.11	37.0	17.1	12.8	18.9	19.9	13.9	17.8	17.7
15.12	37.0	16.7	12.5	18.7	19.4	13.5	17.3	17.2
15.13	37.2	16.3	12.1	17.9	18.9	13.1	16.9	16.8
15.14	37.1	15.9	11.7	17.6	18.6	12.7	16.4	16.4
15.15	37.0	15.6	11.4	17.2	18.2	12.4	16.1	16.0
15.16	36.8	15.0	11.0	16.7	17.7	12.1	15.7	15.5

ตารางบันทึกตารางบันทึกอุณหภูมิที่บันทึกได้จากเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ Midi Logger GL200 ที่ติดตั้ง ณ ตำแหน่งต่างๆ (ต่อ)

Time	Ambient NO.1	Inlet NO.2	Outlet NO.3	Left side NO.4	Right side NO.5	Top NO.6	Floor NO.7	Rear NO.8
15.17	37.0	14.8	10.9	16.7	17.4	11.7	15.4	15.2
15.18	37.0	14.3	10.5	16.0	17.1	11.4	15.1	14.9
15.19	37.0	13.8	10.2	15.7	16.7	11.0	14.8	14.6
15.20	36.7	13.4	10.0	15.4	16.4	10.5	14.5	14.3
15.21	36.7	13.1	9.9	15.2	16.1	10.0	14.3	14.0
15.22	36.8	12.7	9.6	14.9	15.8	9.8	14.0	13.8
15.23	36.9	12.2	9.4	14.6	15.5	9.7	13.6	13.4
15.24	37.0	11.9	9.2	14.3	15.3	9.5	13.5	13.3
15.25	37.2	11.6	8.9	14.0	14.9	9.2	13.2	13.0
15.26	37.1	11.3	8.7	13.6	14.6	8.8	12.8	12.6
15.27	37.0	10.9	8.5	13.3	14.3	8.5	12.6	12.3
15.28	37.2	10.8	8.3	13.1	14.1	8.1	12.4	12.2
15.29	37.2	10.3	8.1	12.8	13.7	7.9	12.1	11.8
15.30	37.2	9.8	7.8	12.5	13.5	7.6	11.8	11.5
15.31	37.3	9.5	7.4	12.2	13.2	7.4	11.5	11.2
15.32	37.2	9.1	7.3	12.0	13.0	7.1	11.4	11.1
15.33	37.0	8.8	6.9	11.7	12.6	6.8	10.9	10.7
15.34	37.0	8.5	6.8	11.5	12.5	6.5	10.8	10.4
15.35	36.9	8.0	6.5	11.1	12.0	6.2	10.4	10.1
15.36	37.0	7.7	6.2	10.9	11.8	5.9	10.2	9.9
15.37	36.9	7.4	5.9	10.6	11.5	5.7	9.9	9.7
15.38	36.8	7.2	5.7	10.5	11.3	5.4	9.8	9.5
15.39	36.8	6.9	5.4	10.2	11.0	5.1	9.5	9.2
15.40	36.5	6.6	5.1	9.9	10.9	4.9	9.2	8.9
15.41	36.5	6.4	4.9	9.7	10.6	4.7	9.1	8.7
15.42	36.8	6.1	4.7	9.4	10.3	4.4	8.9	8.5
15.43	37.0	5.8	4.4	9.3	10.1	4.1	8.7	8.3
15.44	37.3	5.6	4.1	9.1	9.9	3.9	8.5	8.2
15.45	37.3	5.5	3.9	8.8	9.7	3.8	8.3	8.0
15.46	37.3	5.2	3.8	8.7	9.6	3.8	8.2	7.9

ตารางบันทึกตารางบันทึกอุณหภูมิที่บันทึกได้จากเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ Midi Logger GL200 ที่ติดตั้ง ณ ตำแหน่งต่างๆ (ต่อ)

Time	Ambient NO.1	Inlet NO.2	Outlet NO.3	Left side NO.4	Right side NO.5	Top NO.6	Floor NO.7	Rear NO.8
15.47	37.4	5.0	3.8	8.5	9.4	3.7	8.0	7.7
15.48	37.5	4.9	3.7	8.3	9.2	3.7	7.8	7.5
15.49	37.7	4.8	3.6	8.1	8.9	3.6	7.5	7.3
15.50	37.7	4.8	3.5	8.0	8.8	3.5	7.4	7.2
15.51	37.6	4.7	3.5	7.8	8.6	3.5	7.3	7.0
15.52	37.7	4.7	3.4	7.8	8.5	3.4	7.2	6.8
15.53	37.6	4.7	3.4	7.6	8.4	3.4	7.1	6.7
15.54	37.5	4.6	3.3	7.4	8.2	3.3	6.9	6.5
15.55	37.6	4.6	3.3	7.4	8.1	3.3	6.9	6.3
15.56	37.2	4.6	3.3	6.9	7.7	3.3	6.5	6.2
15.57	36.7	4.6	3.2	6.9	7.6	3.3	6.5	6.1
15.58	36.2	4.5	3.1	6.8	7.6	3.3	6.5	6.0
15.59	36.0	4.4	3.1	6.8	7.6	3.3	6.4	5.9
16.00	35.9	4.4	3.1	6.7	7.4	3.3	6.3	5.9
16.01	35.9	4.4	3.1	6.7	7.4	3.2	6.3	5.9
16.02	36.0	4.4	3.1	6.6	7.3	3.1	6.2	5.9
16.03	36.1	4.3	3.0	6.6	7.3	3.1	6.2	5.9
16.04	36.2	4.3	3.0	6.5	7.2	3.1	6.2	5.9
16.05	36.2	4.3	3.0	6.5	7.1	3.1	6.1	5.9
16.06	36.2	4.3	3.0	6.5	7.1	3.1	6.1	5.9
16.07	36.2	4.3	2.9	6.3	6.9	3.0	6.1	5.8

ภาคผนวก ข

DPU

การคำนวณต้นทุนคงที่ของค่าไฟฟ้าในสำนักงาน

1. คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์จำนวน 5 เครื่อง มีกำลังไฟฟ้าเครื่องละ 450 วัตต์ เปิดใช้งาน 8 ชั่วโมง 6 วันทำการ

จำนวนหน่วย = [กำลังไฟฟ้า x จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน 1 วัน]/1 000

= [400 x 5 x 8] / 1000

= 16.00 หน่วย/วัน

= 16.00 x 6 วัน x 52 สัปดาห์

= 4,992 หน่วย/ปี

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2.978 บาท/หน่วย

= 16.00 x 2.978

= 47.65 บาท/วัน

= 4,992 x 2.978

= 14,866,18 บาท/ปี

2. หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์จำนวน 5 หลอด มีกำลังไฟฟ้าหลอดละ 28 วัตต์ เปิดใช้งาน 8 ชั่วโมง 6 วันทำการ

จำนวนหน่วย = [กำลังไฟฟ้า x จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน 1 วัน]/1 000

= [28 x 5 x 8] / 1000

= 1.12 หน่วย/วัน

= 1.12 x 6 วัน x 52 สัปดาห์

= 349.44 หน่วย/ปี

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2.978 บาท/หน่วย

= 1.12 x 2.978

= 3.34 บาท/วัน

= 349.44 x 2.978

= 1,040.63 บาท/ปี

3. ตู้เย็น

ตู้เย็นจำนวน 1 เครื่อง มีกำลังไฟฟ้า 100 วัตต์ เปิดใช้งาน 24 ชั่วโมง

จำนวนหน่วย = [กำลังไฟฟ้า x จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน 1 วัน]/1 000

= [100 x 1 x 24] / 1000

= 2.40 หน่วย/วัน

= 2.40 x 6 วัน x 52 สัปดาห์

= 748.80 หน่วย/ปี

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2.978 บาท/หน่วย

= 2.40 x 2.978

= 7.15 บาท/วัน

= 748.80 x 2.978

= 2,229.93 บาท/ปี

4. เครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศจำนวน 2 เครื่อง คุณสมบัติประหยัดไฟเบอร์ 5 มีขนาดทำความเย็นเครื่องละ 9,000 BTU ประมาณค่าไฟฟ้าชั่วโมงละ 1.24 บาท/เครื่อง เปิดใช้งาน 8 ชั่วโมง 6 วันทำการ

ค่าไฟฟ้าต่อวัน = ค่าไฟฟ้าต่อชั่วโมง x จำนวนเครื่อง x ชั่วโมงต่อวัน

ค่าไฟฟ้าต่อวัน = 1.24 x 2 x 8

= 19.84 บาท/วัน

ค่าไฟฟ้าต่อปี = 19.84 x 6 วัน x 52 สัปดาห์

= 6,190.08 บาท/ปี

ดังนั้น ต้นทุนคงที่ของค่าไฟฟ้าในสำนักงานประมาณ 24,327 บาท/ปี

การคำนวณต้นทุนผันแปรของค่าไฟฟ้าในการผลิตเครื่องทำความเย็น

1. พัดลมอุตสาหกรรม

พัดลมอุตสาหกรรมจำนวน 1 เครื่อง ใบพัด 24 นิ้ว ใบพัดยาวประมาณ 11 นิ้ว 200 วัตต์ 0.9 แอมป์ เปิดใช้งานประมาณ 6 ชั่วโมง/วัน 6 วันทำการ

จำนวนหน่วย = [กำลังไฟฟ้า x จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน 1 วัน]/1 000

= [200 x 1 x 6] / 1000

= 1.2 หน่วย/วัน

= 1.2 x 6 วัน x 52 สัปดาห์

= 374.40 หน่วย/ปี

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2.978 บาท/หน่วย

= 1.2 x 2.978

= 3.58 บาท/วัน

= 374.40 x 2.978

= 1,114.96 บาท/ปี

2. สว่านไฟฟ้า

สว่านไฟฟ้าจำนวน 1 เครื่อง 450 วัตต์ เปิดใช้งานประมาณ 5 นาที หรือ 0.083 ชั่วโมง/วัน 6 วันทำการ

จำนวนหน่วย = [กำลังไฟฟ้า x จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน 1 วัน]/1 000

= [450 x 1 x 0.083] / 1000

= 0.04 หน่วย/วัน

= 0.04 x 6 วัน x 52 สัปดาห์

= 12.48 หน่วย/ปี

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2.978 บาท/หน่วย

= 0.04 x 2.978

= 0.12 บาท/วัน

= 12.48 x 2.978

= 37.17 บาท/ปี

3. หัวแร้งบัดกรี

หัวแร้งบัดกรีจำนวน 1 เครื่อง 130 วัตต์ 220 โวลต์ เปิดใช้งานประมาณ 10 นาที หรือ 0.167 ชั่วโมง/วัน 6 วันทำการ

จำนวนหน่วย = [กำลังไฟฟ้า x จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน 1 วัน]/1 000

= [130 x 1 x 0.167] / 1000

= 0.02 หน่วย/วัน

= 0.02 x 6 วัน x 52 สัปดาห์

= 6.24 หน่วย/ปี

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2.978 บาท/หน่วย

= 0.02 x 2.978

= 0.06 บาท/วัน

= 6.24 x 2.978

= 18.58 บาท/ปี

4. เครื่องแวคคั่มปั๊ม

เครื่องแวคคั่มปั๊มจำนวน 1 เครื่อง 150 วัตต์ เปิดใช้งาน 30 นาที หรือ 0.5 ชั่วโมง/วัน 6 วันทำการ

จำนวนหน่วย = [กำลังไฟฟ้า x จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน 1 วัน]/1 000

= [150 x 1 x 0.5] / 1000

= 0.08 หน่วย/วัน

= 0.08 x 6 วัน x 52 สัปดาห์

= 24.96 หน่วย/ปี

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2.978 บาท/หน่วย

= 0.08 x 2.978

= 0.24 บาท/วัน

= 27.30 x 2.978

= 74.33 บาท/ปี

ดังนั้น ต้นทุนผันแปรของค่าไฟฟ้าในการผลิตเครื่องทำความเย็น 1,114.96 + 37.17 + 18.58 + 74.33 จะได้ 1,245.04 บาท ประมาณ 1,245 บาท/ปี

การคำนวณต้นทุนผันแปรของค่าวัตถุดิบ

การผลิตเครื่องทำความเย็น 1 เครื่อง ค่าวัตถุดิบ = 22,594 บาท

จากการพยากรณ์ยอดขายใน 1 ปี ผลิตเครื่องทำความเย็น 132 เครื่อง

จะได้ ค่าวัตถุดิบ = 22,594 x 132

ค่าวัตถุดิบ = 2,982408 บาท/ปี

การคำนวณต้นทุนผันแปรของค่าน้ำมันเชื้อเพลิง

จากการประมาณกรณีตรวจเช็คนอกสถานที่ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล คิดต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิง 130 บาท/ครั้ง โดย 1 เดือน มีการตรวจเช็คนอกสถานที่ 7 ครั้ง

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง = 130 x 7

= 910 บาท/ปี

และ ใน 1 ปี มีการตรวจเช็คนอกสถานที่ 84 ครั้ง

จะได้ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง = 130 x 84

= 10,920 บาท/ปี

ดังนั้น รวมต้นทุนผันแปรทั้งหมด 1,245 + 2,982,408 + 10,920 = 2,994,573 บาท/ปี

ภาคผนวก ค

DPU

คุณสมบัติของโฟมโพลียูริเทน

1. ป้องกันความร้อน-เก็บความเย็น (Most Efficient)

สามารถลดการแผ่รังสีและการนำความร้อนได้มากกว่า 95 % ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำที่สุดรองจากสุญญากาศ (K Factor = 0.017-0.023 W/m·k) หรือค่าต้านทานความร้อนสูงสุด (R-Value 7.296 Btu. / ft2 / h. ^{0}F) ใช้เป็นฉนวนได้เป็นอย่างดีในงานที่มีช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ - 85 °C ถึง 100 °C

2. เป็นฉนวนกันเสียง กั้นเสียงเข้า-ออก (Noise Inhibiting)

มีโครงสร้างของเนื้อโฟม แบบ closed cells จึงสามารถกั้นเสียงได้ดี สามารถป้องกันเสียงรบกวน เสียงทะลุทะลวงได้เป็นอย่างดี รวมไปถึงเสียงดังเนื่องจากฝนตกกระทบหลังคาสังกะสีหรือโลหะ, งานห้องสตูดิโอ, ผับ, ประตูและฝากระโปรงรถยนต์ เป็นต้น

3. ไม่ลามไฟ (Fire Retardant)

เนื่องจากมีส่วนผสมสารกันไฟ 15% จะไหม้เฉพาะที่โดนเปลวไฟโดยตรงเท่านั้น แต่จะไม่ลามไปที่ส่วน อื่นๆ (ยกเว้นกรณีเหตุสุดวิสัยที่มีเชื้อไฟรุนแรงต่อเนื่อง หรือลมแรงจนไม่อาจควบคุมไฟได้

รูปการทดลองการติดไฟของโฟมโพลียูรีเทน

4. มีน้ำหนักเบาและแข็งแรงทนทาน (Light weight & Strength)

มีน้ำหนักเพียง 1.2 กิโลกรัม/ ตารางเมตร ทนทาน สามารถรับแรงกดได้ ถึง 2.2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร (Density 40 kg / m^{3}) จึงไม่ยุบตัว อายุการใช้งานยาวนาน

5. มีความทนต่อกรดและด่าง (Acid & Base Resistant)

ป้องกันการกัดกร่อน หรือการเกิดสนิมที่ผิวหลังคาหรือผนังที่เกิดจากไอกรดลอยไปตกกระทบได้ หรือสารเคมีจากภายนอกที่ลอยมากับลม-ฝน ก็สามารถป้องกันได้เป็นอย่างดี

6. สามารถป้องกันการรั่วซึมของน้ำได้ (Water Leaking)

มีผสมกาวในตัวเมื่อพ่นจะเกาะยึดติดแน่น ประสานเข้ากันได้ดีกับผิววัสดุทุกชนิด เช่น กระดาษ ไม้อัด คอนกรีต กระเบื้อง สังกะสี อะลูมิเนียมหรือ หลังคาเหล็ก โดยไม่มีช่องว่างหรือ

โพรงอากาศ จึงสามารถ กันรั่วกันซึมและป้องกันการเกิดสนิมกับโครงสร้างที่เป็นโลหะได้ เป็นอย่างดี

7. สามารถควบคุมการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ (Condensation control)

ป้องกันการเกิดการกลั่นตัว หรือควบแน่นรวมตัวกันเป็นหยดน้ำของความชื้นในฤดูหนาวหรือท่อแอร์ ใต้หลังคาโรงงาน โรงเรือนที่มุงด้วยสังกะสีหรือแผ่นเหล็ก Metal sheet หรือใต้พื้นคอนกรีตที่วางเครื่อง ห้าความเย็น เครื่องปรับอากาศ พื้นห้องเย็น พื้นห้องเครื่องส่งสัญญาณสื่อสาร พื้นห้องศูนย์คอมพิวเตอร์ พื้นห้องผ่าตัด ที่มีเครื่องมือแพทย์ที่ทันสมัยในโรงพยาบาล ซึ่งต้องควบคุมอุณหภูมิให้เย็นคงที่ ตลอดเวลา

8. สามารถติดตั้งได้ง่าย (Easy to install)

ในการพ่นโฟมโพลียูริเทนใช้เวลาเซ็ตตัวเพียง 3 วินาที และเป็น Varsatile Cellular Plastic จึงมีความ คงทนแข็งแรง น้ำหนักเบา ไม่เสื่อมสภาพตลอดอายุการใช้งาน ไม่หลุดร่อนง่าย ไม่มีรอยต่อ ติดเป็น เนื้อเดียวกันตลอด และสามารถกำหนดความหนาบางได้ตามอุณหภูมิที่ใช้งาน เพื่อการประหยัดพลังงาน อย่างแท้จริง

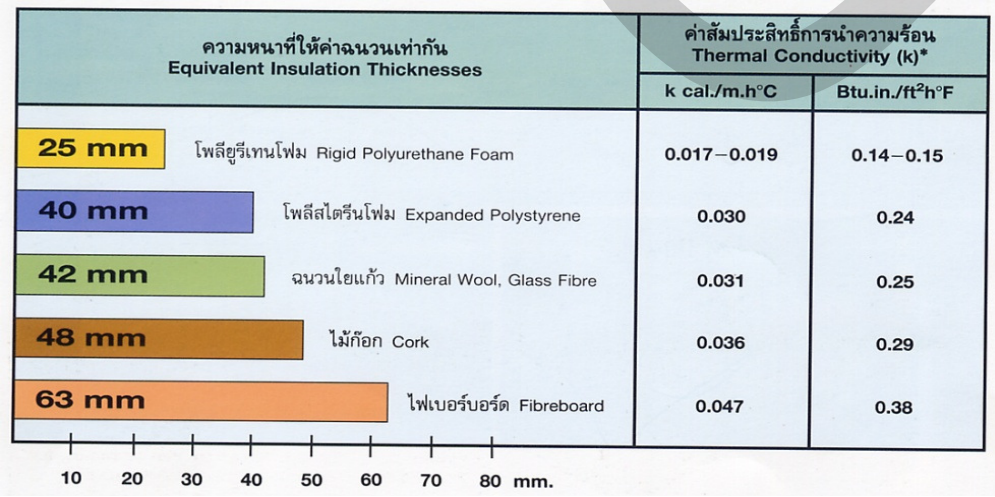
9. ปลอดภัยจากสัตว์และแมลง (Vermin Resistant)

ไม่เป็นอาหารของ มด มอด ปลวก หรือ แมลงต่าง ๆ และไม่เกิดเป็นเชื้อรา เพราะเป็นผลิตภัณฑ์เคมีที่ ผลิตมาจากปิโตรเลียมเหลว

10. ไม่มีสารพิษเจือปน (Non Toxic / Irritant)

ไม่มีส่วนผสมของใยหิน (Asbestos) และใยแก้ว (Fiber Glass) หรือสารอื่นที่ทำให้ระคายเคือง เกิด อาการแพ้เมื่อสัมผัส ปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม ไม่มีสารก่อมะเร็ง

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ของวัสดุต่างๆ



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	วรัมพร พรเลิศรังสรรค์
ประวัติการศึกษา	วุฒิการศึกษาปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา ปีการศึกษา 2552
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิศวกร ฝ่ายเทคนิค บริษัท สหมณฑลเซอร์วิสเซ็นเตอร์ จำกัด

DPU