



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาต้นทุนการใช้แก๊ส NGV ในรถบรรทุกปูนซีเมนต์
The Study of Cost of Using Natural Gas in the Cement Material Vehicle

โดย รศ.ดร.สุพรชัย อุทัยนฤมล และ คณะ

มีนาคม 2552

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาต้นทุนการใช้แก๊ส NGV ในรถบรรทุกปูนซีเมนต์

The Study of Cost of Using Natural Gas in the Cement Material Vehicle

คณะผู้วิจัย

สังกัด

1. รศ.ดร.สุพรชัย อุทัยนฤมล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ

2. นางอาทิตย์ นิมอนงค์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ

ชุดโครงการ ทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

และ บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย ผู้ให้ทุนไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

หัวหน้าโครงการ : รองศาสตราจารย์ ดร.สุพรชัย อุทัยนฤมล
ผู้วิจัย : นางอาทิตย์า นิมอนงค์
โครงการ : การศึกษาต้นทุนการใช้แก๊ส NGV ในรถบรรทุกคอนกรีต
ผสมเสร็จ
สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนี้ปัญหาการเสียดุลทางการค้า อันเนื่องมาจากการปรับราคาสูงขึ้นของน้ำมันดีเซล มีอิทธิพลต่อภาวะทางเศรษฐกิจและสังคม งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากน้ำมันดีเซลเป็นแก๊สซีเอ็นจีทดแทนในรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จ ในประเทศไทยการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์จากน้ำมันดีเซลมาเป็นแก๊สเอ็นจีวีทดแทนนั้น มีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบ คือ ระบบ Diesel Dual Fuel (DDF) และระบบ Dedicate ในส่วนของการวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงทางการเงินนั้น พิจารณาจากการเพิ่มขึ้นและลดลงของราคาน้ำมันดีเซลร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ส่วนราคาของเอ็นจีวีจะต่ำกว่าราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลเป็นสัดส่วนร้อยละ 35, 40, 45, 50, 55, 60 และ 65 โดยพิจารณาอัตราดอกเบี้ยระหว่าง 0.5% ถึง 10% และได้กำหนดราคากำหนดฐานของการขายปลีกน้ำมันดีเซล (30.34 บาทต่อลิตร) และแก๊สซีเอ็นจี (8.50 บาทต่อกิโลกรัม) ณ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 ผลการวิจัยพบว่าการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงยังไม่เป็นที่น่าสนใจ เนื่องจาก Net Present Value (NPV) จะเป็นบวกที่อัตราดอกเบี้ยสูงสุด 4% ซึ่งอัตราดอกเบี้ยดังกล่าวต่ำกว่าค่า Minimum Loan Rate (MLR) ส่วนราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลที่เหมาะสมในการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิง สำหรับระบบ DDF อยู่ระหว่าง 29-351 บาทต่อลิตร ระบบ Dedicate อยู่ระหว่าง 16-223 บาทต่อลิตร และเมื่อพิจารณาจากราคากำหนดฐานของการขายปลีกเชื้อเพลิงพบว่า ระยะทางวิ่งที่เหมาะสมในการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิง สำหรับระบบ DDF อยู่ระหว่าง 30-378 กิโลเมตรต่อวัน และระบบ Dedicate นั้นอยู่ระหว่าง 21-320 กิโลเมตรต่อวัน ส่วนปัญหาด้านมลภาวะและดุลทางการเงินที่เกิดจากการใช้น้ำมันดีเซลจะลดลงได้ หากมีการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงมาใช้แก๊สซีเอ็นจี ทั้งนี้เพราะแก๊สเอ็นจีวีปล่อยมลพิษน้อยกว่าน้ำมันดีเซล และนอกจากนี้ยังมีปริมาณมากเพียงพอที่จะใช้ในประเทศด้วย

(รายงานฉบับสมบูรณ์มีจำนวนทั้งสิ้น 87 หน้า)

คำสำคัญ : แก๊สธรรมชาติ รถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จ ต้นทุน

Name : Associate Professor Dr.Supornchai Utainarumol
: Mrs.Atittaya Nim-anong
Thesis Title : The Study of Cost of Using Natural Gas for vehicle in the Ready
Mixed Concrete Vehicle
Major Field : Civil Engineering
King Mongkut's University of Technology North Bangkok

Abstract

At present, the problems on balance of trade caused by the increasing cost of fuel are influencing to economic situation and state of society. The substitution of diesel oil by NGV in the concrete mixing vehicle was studied. In Thailand, there are two systems of the fuel transformation from diesel oil to NGV, they are Diesel Dual Fuel (DDF) and Dedicate. In the study, the economic sensitivity was tested. The test was performed by increasing and decreasing of retail price of diesel oil by 5, 10, 15, 20 percents. Moreover, the retail price of NGV were reduced by 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65 percents from the retail price of diesel oil. The interest rate was considered during 0.5 to 10. Finally, this study was using the retail price of diesel oil (30.34 baht per liter) and NGV (8.50 baht per kilogram) in October, 2008. The results of the study indicated that the fuel substitution is not attractive because the Net Present Value (NPV) is positive when the maximum interest rate is 4% that lower than Minimum Loan Rate (MLR). The properly retail price of diesel is between 29–351 baht per liter for DDF and between 16–223 baht per liter for Dedicate. When consider the case based on retail price, the properly distance is between 30–378 km. per day for DDF and between 21–320 km. per day for Dedicate. The problem on pollution and financial balance caused by diesel oil may be reduced if NGV is used as a substitute, because it emits less pollution and has sufficient supplies in Thailand.

(Total 87 pages)

Keywords : NGV, Heavy Vehicle, Cost

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด และ สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย ที่กรุณาให้การสนับสนุนทุนสนับสนุนการวิจัยและยังเอื้อเฟื้อข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

อีกทั้ง ขอขอบพระคุณท่านผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่างๆ ที่ได้เมตตาให้คำแนะนำชี้แนะ อาทิเช่น รศ.ดร.อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ รองศาสตราจารย์ ดร.สิงหา เจียมศิริ รองศาสตราจารย์ ดร. รุธ พนมยงค์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติชัย ธนทรัพย์สิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช และท่านผู้ทรงคุณวุฒิอีกหลายท่านที่มีได้เอ่ยนาม ณ ที่นี้ ที่ได้กรุณามอบคำแนะนำและเสนอข้อคิดเห็นดี ๆ มากมาย ซึ่งยังผลให้งานวิจัยนี้ มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัยทุกท่านที่ได้ช่วยประสานงานด้านต่างๆ นับตั้งแต่ได้เริ่มโครงการ

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณพ่อแม่ ที่ยังให้ความเมตตาและห่วงใยลูกอยู่จนบัดนี้ ขอขอบคุณครอบครัวเล็กๆ ที่หมั่นเติมความชุ่มชื้นให้โดยไม่เคยต้องร้องขอ และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคน สำหรับทุกรอยยิ้มและเสียงหัวเราะ ขอขอบคุณทุกท่านที่ได้สละทั้งกำลังกายและยังแบ่งปันกำลังใจให้อย่างไม่เคยขาดแคลน จนงานวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์

อาทิตยา นิมนองค์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฅ
คำอธิบายคำศัพท์และคำย่อ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ขั้นตอนและวิธีการศึกษา	3
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	3
บทที่ 2 วรรณกรรมวิจารณ์	5
2.1 แก๊สธรรมชาติ (Natural Gas)	5
2.2 การใช้ CNG ในต่างประเทศ	10
2.3 การกำกับดูแลมาตรฐานความปลอดภัย	11
2.4 การทดสอบถัง	15
2.5 หลักทางด้านการเงิน	18
2.6 การใช้ CNG ในยานยนต์ขนาดใหญ่สำหรับประเภทเครื่องยนต์ดีเซลเดิม	21
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	29
3.1 ผังวิธีการศึกษาวิจัย	29
3.2 ขั้นตอนวิธีการศึกษาวิจัย	30
บทที่ 4 การวิเคราะห์ทางการเงิน	34
4.1 แนวโน้มราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลและแก๊สซีเอ็นจี	35
4.2 ราคาเชื้อเพลิงต่อหน่วยความร้อน	36
4.3 ข้อมูลสถานีบริการก๊าซธรรมชาติที่เปิดบริการแล้ว ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล	36
4.4 ข้อมูลหน่วยผลิตคอนกรีตผสมเสร็จในเขตกรุงเทพมหานคร	37
4.5 ต้นทุนการติดตั้งปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์แบบต่างๆ	40
4.6 การวิเคราะห์ทางการเงินเป็นกรณีทั่วไปโดยไม่รวมค่ามลพิษ	45
4.7 การวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงทางการเงิน	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.8 การหาระยะทางที่เหมาะสม	66
4.9 หาราคาน้ำมันดีเซลที่เหมาะสม	70
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	73
5.1 ข้อสรุป	73
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไป	74
5.3 ข้อเสนอแนะ	74
บรรณานุกรม	75
ประวัติผู้วิจัย	77

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างแก๊สเอ็นจีวีกับเชื้อเพลิงประเภทอื่น ๆ	8
2-2 เปรียบเทียบปริมาณมลพิษในไอเสียของรถที่ใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด	9
2-3 เปรียบเทียบปริมาณมลพิษในไอเสียของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล	9
2-4 เปรียบเทียบมลพิษระหว่างรถโดยสาร NGV และ Diesel	10
2-5 แสดงข้อมูลเฉพาะของรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ	26
2-6 แสดงค่าใช้จ่ายของรถ 1 คัน ในช่วงทดลองใช้งานตั้งแต่ สิงหาคม-ธันวาคม 2548	26
2-7 แสดงผลการทดสอบ Re-powering	27
2-8 แสดงผลการทดสอบ Toyota	28
2-9 แสดงผลการทดสอบ Toyota รุ่น Sport Rider (DDF)	28
2-10 แสดงผลการทดสอบ ISUZU DMAX 2500 (DDF)	28
4-1 แสดงอัตราเงินเฟ้อ ณ วันที่ 19 เมษายน 2552	34
4-2 แสดงแนวโน้มอัตราเงินเฟ้อ ตั้งแต่ปี 2552-2561	35
4-3 แสดงค่าความร้องของน้ำมันดีเซลและแก๊สซีเอ็นจี	36
4-4 แสดงข้อมูลหน่วยผลิตคอนกรีตผสมเสร็จในเขตกรุงเทพมหานคร	37
4-5 แสดงราคาค่าปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ (สำหรับถังขนาด 145 ลิตร จำนวน 4 ถัง)	40
4-6 แสดงระยะทางที่ใช้วิ่งต่อปี	42
4-7 แสดงค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อปี	43
4-8 แสดงการซ่อมบำรุงตามระยะ	43
4-9 แสดงราคาซ่อมบำรุงตามระยะปีที่ 1	44
4-10 แสดงราคาซ่อมบำรุงตามระยะปีที่ 2-10	45
4-11 แสดงมูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายซีเอ็นจี ปีที่ 1	46
4-12 แสดงมูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายซีเอ็นจี ปีที่ 2-10	46
4-13 แสดงราคา Diesel และ CNG ที่พิจารณา	47
4-14 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเท่ากับ 30.34	48
4-15 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 5%	49
4-16 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 10%	50
4-17 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 15%	51
4-18 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 20%	52
4-19 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 5%	53
4-20 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 10%	54
4-21 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 15%	55

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-22 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 20%	56
4-23 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเท่ากับ 30.34	57
4-24 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 5%	58
4-25 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 10%	59
4-26 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 15%	60
4-27 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 20%	61
4-28 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 5%	62
4-29 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 10%	63
4-30 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 15%	64
4-31 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 20%	65
4-32 แสดงระยะทางที่คุ้มทุนระบบ DDF และ Dedicate	69
4-33 แสดงราคาดีเซลที่คุ้มทุนระบบ DDF และ Dedicate	72

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 แสดงแหล่งแก๊สธรรมชาติทั่วโลก	5
2-2 แสดงแหล่งแก๊สธรรมชาติในประเทศไทย	6
2-3 แสดงประเทศต่าง ๆ ที่มีการใช้ CNG	10
2-4 แสดงอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดโดยจำนวนของการใช้ CNG	11
2-5 แสดงอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดโดยเปอร์เซ็นต์ของการใช้ CNG	11
2-6 แสดงการทดสอบความดัน	15
2-7 แสดงการทดสอบการไหม้ไฟ	16
2-8 แสดงการทดสอบการยิง	16
2-9 แสดงการทดสอบการชน	17
2-10 แสดงรถบรรทุกและรถหัวลากที่ติดตั้งอุปกรณ์ CNG ระบบ DDF แบบดูดแก๊ส	21
2-11 แสดงรถบรรทุกและรถหัวลากที่ติดตั้งอุปกรณ์ NGV ระบบ DDF แบบฉีดแก๊ส	22
2-12 แสดงรถโดยสารเครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงมาใช้ CNG เพียงอย่างเดียว แบบฉีดแก๊ส	24
2-13 แสดงรถหัวลากเปลี่ยนเครื่องยนต์ดีเซลเดิมเป็นเครื่องยนต์ CNG (Re-powering)	24
2-14 แสดงตัวอย่างการติดตั้งถังแก๊สเอ็นจีวี	25
3-1 แสดงผังวิธีการศึกษาวิจัย	29
4-1 แสดงกราฟราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลและแก๊สซีเอ็นจี	35
4-2 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเท่ากับ 30.34	48
4-3 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 5%	49
4-4 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 10%	50
4-5 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 15%	51
4-6 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 20%	52
4-7 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 5%	53
4-8 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 10%	54
4-9 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 15%	55
4-10 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 20%	56
4-11 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเท่ากับ 30.34	57
4-12 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 5%	58
4-13 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 10%	59
4-14 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 15%	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-15 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 20%	61
4-16 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 5%	62
4-17 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 10%	63
4-18 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 15%	64
4-19 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 20%	65
4-20 แสดงระยะทางที่เหมาะสมระบบ DDF	67
4-21 แสดงระยะทางที่เหมาะสมคุ้มทุนระบบ Dedicate	68
4-22 กราฟราคาดีเซลที่เหมาะสมคุ้มทุนระบบ DDF	70
4-23 แสดงกราฟราคาดีเซลที่เหมาะสมทุนระบบ Dedicate	71

คำอธิบายคำศัพท์และคำย่อ

CNG	:	Compressed Natural Gas แก๊สธรรมชาติอัด
NGV	:	Natural Gas for Vehicles แก๊สธรรมชาติสำหรับยานยนต์
LPG	:	Liquefied Petroleum Gas แก๊สปิโตรเลียมเหลว
NPV	:	Net Present Value มูลค่าปัจจุบันสุทธิ
CNG	:	Compressed Natural Gas แก๊สธรรมชาติอัด
mm.	:	มิลลิเมตร
m.	:	เมตร
g.	:	กรัม
kg.	:	กิโลกรัม
MJ.	:	เมกะจูล
l	:	ลิตร
Bt	:	ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ของแต่ละปี
Co	:	เงินลงทุนในการปรับค่าเปลี่ยนเครื่องยนต์
Ct	:	ค่าใช้จ่ายแต่ละปี
i	:	อัตราดอกเบี้ยต่อปี
n	:	อายุของโครงการ
t	:	ปีของโครงการมีค่าตั้งแต่ 1, 2, ..., n
SPWF	:	Uniform Series Present Worth Factor
DDF	:	Diesel Dual Fuel ระบบเชื้อเพลิงร่วม
UNECE	:	United Nation Economic Commission for Europe
ISO	:	International Organization for Standardization
ANSI	:	American National Standards Institute
CSA	:	Canadian Standards Association
MPI	:	Multi Point Injection

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาพบว่าราคาน้ำมันเชื้อเพลิงทั่วโลกมีการปรับราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และยังมีแนวโน้มว่าจะขยับราคาเพิ่มขึ้นต่อไป ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำมันดิบมีปริมาณลดลง จนไม่เพียงพอต่อความต้องการเกิดวิกฤตไปทั่วทุกมุมโลก ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศผู้บริโภคน้ำมันประเทศหนึ่งย่อมเกิดความกระทบกระเทือนไปด้วยอย่างหลีกเลี่ยงมิได้ ในปี พ.ศ. 2548 พบว่าภาคขนส่งและภาคอุตสาหกรรมเป็นผู้ใช้จ่ายใหญ่ของประเทศ โดยมีอัตราส่วนความต้องการใช้เชื้อเพลิงถึง 74% ของผู้ใช้ทั้งหมด คิดเป็นใช้น้ำมันดีเซลถึงประมาณ 340,000 บาร์เรลต่อวัน ซึ่งทำให้ประเทศชาติต้องสูญเสียเงินตราเป็นจำนวนมากในการนี้

และเนื่องจากการใช้น้ำมันดีเซลเป็นจำนวนมากในภาคอุตสาหกรรมและภาคขนส่ง จึงมีผลให้ราคาสินค้าและบริการต่างๆ ภายในประเทศสูงขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ นอกจากนี้เครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันดีเซลยังก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศอีกด้วย เห็นได้ว่าน้ำมันดีเซลสร้างผลกระทบต่อเศรษฐกิจไทยตั้งแต่ระดับรากหญ้าถึงระดับระดับประเทศ

ปัญหาผลกระทบทางด้านดุลการชำระเงินของประเทศ อันเนื่องมาจากการนำเข้าน้ำมันดีเซลนั้น เป็นปัญหาที่สำคัญที่ต้องทำการแก้ไข การจะลดผลกระทบดังกล่าวนี้จำเป็นต้องลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ ซึ่งสามารถทำได้โดยการอนุรักษ์และใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และหรือการแสวงหาพลังงานเชื้อเพลิงภายในประเทศเข้ามาทดแทนน้ำมันดีเซล

จากการสำรวจแก๊สธรรมชาติในประเทศไทยพบว่า ปริมาณแก๊สธรรมชาติในประเทศมีมากเพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ ฉะนั้นแก๊สธรรมชาติจึงมีความเหมาะสมที่จะใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล เนื่องจากจะช่วยลดดุลการค้ากับต่างประเทศได้ นอกจากนี้ยังทำให้ราคาสินค้าในประเทศปรับลดลงได้เช่นกัน เนื่องจากแก๊สธรรมชาติมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าน้ำมันดีเซลมาก นอกจากนี้การเลือกใช้แก๊สธรรมชาติยังได้รับการสนับสนุนมากขึ้นในหลายๆ ประเทศ ทั้งนี้เพราะยานยนต์ที่ใช้แก๊สธรรมชาติสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่ายานยนต์ที่ใช้ใช้น้ำมันดีเซล

สำหรับในประเทศไทยเองนั้นรัฐบาลก็มีนโยบายลดการนำเข้าน้ำมัน และยังสนับสนุนให้ประชาชนหันมาใช้แก๊สธรรมชาติมากขึ้น โดยคณะรัฐมนตรีได้อนุมัติให้ยกเว้นภาษีนำเข้าอุปกรณ์และถังแก๊สเอ็นจีวีรวมถึงทางบีโอไอได้ให้สิทธิพิเศษกับผู้ประกอบการที่จะตั้งโรงงานผลิต หรือติดตั้งอุปกรณ์เอ็นจีวีด้วย

การส่งเสริมให้รถยนต์ในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งมีระยะทางวิ่งรวมเป็นระยะทางไกลให้หันมาใช้แก๊สเอ็นจีวีเป็นเชื้อเพลิงแทนจะช่วยลดภาระการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศได้ ซึ่งจะส่งผลดีต่อระบบเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ

รถยนต์ในภาคอุตสาหกรรมหนึ่งที่เป็นที่น่าสนใจคือรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จ ทั้งนี้เนื่องจากมีรถที่ใช้อยู่เป็นจำนวนมากและมีระยะทางวิ่งที่ยาวไกล การนำแก๊สซีเอ็นจีมาเป็นพลังงานทดแทนน้ำมันนั้น นอกจากสามารถช่วยลดปริมาณการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศแล้ว ยังสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตคอนกรีตได้อีกด้วย ซึ่งจะเห็นว่าเอื้อประโยชน์ทั้งในระดับชาติและระดับองค์กร

จากข้อมูลข้างต้นนำมาซึ่งการศึกษาต้นทุนการใช้แก๊สซีเอ็นจีในรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จ โดยทำการศึกษาดูอย่างรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จจากบริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด ซึ่งใช้ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลดีและผลเสียจากการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากน้ำมันดีเซลเป็นแก๊สซีเอ็นจีเพื่อประกอบในการตัดสินใจ ในการปรับเปลี่ยนดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนเชื้อเพลิงของรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จจากน้ำมันดีเซลมาเป็นแก๊สซีเอ็นจี

1.2.2 วิเคราะห์ค่าด้านการเงินจากการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิง

1.2.3 เปรียบเทียบผลดีและผลเสียที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิง

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาเฉพาะรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จจากบริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด เนื่องจากเป็นบริษัทขนาดใหญ่มีศักยภาพในการผลิตและบริการสูง เหมาะสมที่จะเป็นตัวอย่างในการศึกษา

1.3.2 ทำการศึกษาเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานคร ทั้งนี้เพราะในเขตกรุงเทพมหานครมีจำนวนสถานีบริการแก๊สซีเอ็นจีจำนวนมาก มีความพร้อมในการให้บริการแก๊สซีเอ็นจี จึงเหมาะที่จะเป็นพื้นที่นำร่องในการทำการการศึกษา

1.3.3 พิจารณาค่าเฉลี่ยของระยะทางและประมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในหนึ่งเดือนจากช่วงเวลาการศึกษาหนึ่งปี

1.3.4 หลักทางการเงินที่นำมาใช้วิเคราะห์ต้นทุนการใช้แก๊สซีเอ็นจีในรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จ ประกอบด้วย มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ระยะเวลาการคืนทุน และจุดคุ้มทุน

1.3.5 การวิเคราะห์ทางการเงินเป็นกรณีที่ไม่ครอบคลุมค่ามลพิษ เนื่องจากมีรายงานการวิจัยที่น่าเชื่อถือจำนวนมาก แสดงให้เห็นว่ารถยนต์ที่ใช้แก๊สซีเอ็นจีก่อให้เกิดมลพิษน้อยกว่าเมื่อเทียบกับรถยนต์ที่ใช้้ำมันดีเซล

1.3.6 เนื่องจากปริมาณแก๊สซีเอ็นจีที่ผลิตได้ในประเทศ มีปริมาณมากเพียงพอต่อความต้องการใช้ ดังนั้นจะใช้มูลค่าน้ำมันดีเซลส่วนที่ใช้แก๊สซีเอ็นจีทดแทน นำมาเปรียบเทียบกับมูลค่าการนำเข้าน้ำมันดีเซลในปีต่างๆ

1.3.7 กำหนดอายุการใช้งานของเครื่องยนต์เท่ากับ 10 ปี เมื่อครบอายุการใช้งานแล้วให้ถือว่าเครื่องยนต์นั้นหมดอายุ

1.3.8 ราคาขายปลีกเชื้อเพลิงที่ใช้ คือ ราคาขายปลีกเชื้อเพลิงในปัจจุบัน และราคาขายปลีกเชื้อเพลิง ปี พ.ศ.2551

1.3.9 วิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงการเงินจะพิจารณา 2 กรณี คือ พิจารณาเมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 5, 10, 15, 20 จากราคาอ้างอิง และพิจารณาราคาก๊าซเอ็นจีเป็นสัดส่วนร้อยละ 35, 40, 45, 50, 55, 60 และ 65 ของราคาน้ำมันดีเซล

1.3.10 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการใช้แก๊สเอ็นจีทดแทนน้ำมันดีเซลนั้น ยึดที่ผลการคุ้มทุนทางการเงินเป็นสำคัญ

1.4 ขั้นตอนและวิธีการศึกษา

1.4.1 ศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้เอ็นจี ในรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มด้วยกัน คือ

1.4.1.1 กลุ่มผู้ประกอบการผลิตและจำหน่ายปูนซีเมนต์

1.4.1.2 กลุ่มผู้ประกอบการผลิตและจำหน่ายแก๊สเอ็นจี

1.4.1.3 กลุ่มผู้กำกับดูแล และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เชื้อเพลิงเอ็นจี

1.4.2 ศึกษาทฤษฎี และข้อจำกัดในการใช้แก๊สเอ็นจี ในรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จซึ่งมีผลต่อการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จ

1.4.3 วิเคราะห์ประเด็นทางด้านเทคนิค ในการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สเอ็นจี โดยคำนึงถึงความสามารถในการให้บริการได้ในมาตรฐานเดิม

1.4.4 วิเคราะห์ผลทางการเงินในด้านผลตอบแทน เมื่อใช้แก๊สเอ็นจีเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซล มุ่งเน้นในด้านความคุ้มทุนและระยะเวลาที่จะคุ้มทุนเป็นประเด็นสำคัญ

1.4.5 วิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลง ด้านการเงินของราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลและเอ็นจี ทั้งนี้เนื่องจากราคาของเชื้อเพลิงโดยเฉพาะน้ำมันดีเซลมีความผันผวนมาก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาความเปลี่ยนแปลงทางด้านราคา เพื่อให้งานวิจัยนี้เกิดประโยชน์ได้ในอนาคต

1.4.6 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการใช้แก๊สเอ็นจีทดแทนน้ำมันดีเซล ทั้งในด้านการเงิน ความปลอดภัยและมลภาวะ

1.4.7 วิเคราะห์ปัญหาในการติดตั้งและการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิง ของรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จจากการใช้น้ำมันดีเซลเป็นการใช้แก๊สเอ็นจี พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ

14.8 สรุปผลการศึกษา

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 ชี้ให้เห็นถึงข้อดีและข้อเสียของการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิง จากน้ำมันดีเซลเป็นแก๊สเอ็นจี เพื่อช่วยในการตัดสินใจเปลี่ยนเชื้อเพลิงของรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จ

1.5.2 เป็นข้อมูลสำหรับผู้เกี่ยวข้องประกอบการกำหนดนโยบายด้านพลังงาน เพื่อใช้
ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์ได้สูงที่สุด

บทที่ 2

วรรณกรรมวิจารณ์

2.1 แก๊สธรรมชาติ (Natural Gas) (การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2544)

แก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่เกิดจากการทับถมกันของซากสิ่งมีชีวิต และสะสมกันเป็นเวลานานภายใต้ความร้อนและความกดดันของผิวโลก ซึ่งคาดว่าแก๊สธรรมชาติจะเป็นแหล่งพลังงานหลักของโลก ที่จะถูกนำมาใช้มากในอนาคตประกอบด้วยสารประกอบ Hydrocarbon และ Non-hydrocarbon ชนิดต่าง ๆ

สารประกอบ Hydrocarbon ที่สำคัญ ได้แก่ Methane (CH_4), Ethane (C_2H_6), Propane (C_3H_8), i-Butane (iC_4H_{10}), n-Butane (nC_4H_{10}), i-Pentane (iC_5H_{12}), n-Pentane (nC_5H_{12}), Hexane (C_6H_{14})

สารประกอบ Non-hydrocarbon ที่สำคัญได้แก่ Carbon Dioxide (CO_2), Nitrogen (N_2) Oxygen (O_2), Water (H_2O), Sulfur (H_2S , Mercaptans (R-S-H))

โดยทั่วไปแก๊สธรรมชาติจะประกอบด้วยแก๊สมีเทน ตั้งแต่ 70 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และมีแก๊สไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่นๆปนอยู่บ้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของแหล่งแก๊สธรรมชาติ

2.1.1 แหล่งแก๊สธรรมชาติ

แหล่งที่พบแก๊สธรรมชาตินั้นมีทั้งบนบกและในทะเล โดยทั่วไปมักจะพบในแหล่งเดียวกันกับน้ำมันดิบและจะถูกนำขึ้นมาพร้อมๆ กัน จากนั้นแก๊สจะถูกแยกออกจากน้ำมัน แหล่งที่มีการพบมากที่สุดคือ สหภาพโซเวียตเดิม รองลงมาคือ อิหร่าน และการ์ต้า ตามลำดับ



ภาพที่ 2-1 แสดงแหล่งแก๊สธรรมชาติทั่วโลก

สำหรับแหล่งแก๊สธรรมชาติที่สำคัญในประเทศใกล้เคียงก็คือ แหล่งยาคานา และแหล่งเยตากุน ประเทศเมียนมาร์ ส่วนแหล่งแก๊สธรรมชาติที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ แหล่งเอราวัณ แหล่งบงกช แหล่งยูโนแคล 2-3 แหล่งทานตะวัน และแหล่งไพลิน



ภาพที่ 2-2 แสดงแหล่งแก๊สธรรมชาติในประเทศไทย (กลุ่มพัฒนาการส่งเสริมสุขภาพ และอนามัยสิ่งแวดล้อม ศอ.4, 2551)

2.1.2 ผลิตภัณฑ์จากแก๊สธรรมชาติ (กรมธุรกิจพลังงาน, 2546)

แก๊สธรรมชาติที่ได้จากแหล่งเมื่อนำมาผ่านกระบวนการที่โรงแยกแก๊สแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

2.1.2.1 แก๊สมีเทน (C1) ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งแก๊สดังกล่าวใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์ เรียกกันโดยทั่วไปว่า “แก๊สธรรมชาติสำหรับยานยนต์” (Natural Gas for Vehicles : NGV)

2.1.2.2 แก๊สอีเทน (C₂) ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ซึ่งนำไปใช้ในการผลิตเม็ดพลาสติก เส้นใยพลาสติกชนิดต่างๆ

2.1.2.3 แก๊สโพรเพน (C₃) และแก๊สบิวเทน (C₄) ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีเช่นกัน การนำแก๊สโพรเพนและแก๊สบิวเทนมาผสมกันแล้วอัดใส่ถังเป็นแก๊สปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas : LPG) หรือเป็นที่รู้จักกันว่า แก๊สหุงต้ม นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน ยานยนต์ และใช้ในการเชื่อมโลหะ

2.1.2.4 ไฮโดรคาร์บอนเหลว (Heavier Hydrocarbon) มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องและความดันบรรยากาศ นำมาแยกไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นแก๊ส ณ แท่นผลิตเรียกว่า คอนเดนเสท (Condensate) นำไปกลั่นเป็นน้ำมันต่อไป

2.1.2.5 แก๊สโซลีนธรรมชาติ (Natural Gasoline : NGL) เป็นไฮโดรคาร์บอนเหลวส่วนที่เหลือจากการแยกคอนเดนเสทหลุดปะปนไปกับไฮโดรคาร์บอนที่เป็นแก๊ส ผ่านกระบวนการจากโรงงานแยกแก๊สแล้ว จะเรียกว่า แก๊สโซลีนธรรมชาติ (Natural Gasoline : NGL) ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำมันได้ และยังเป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมบางประเภท

2.1.2.6 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) อยู่ในสถานะของแข็งเมื่อผ่านการแยกเรียกว่า น้ำแข็งแห้ง ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ทำฝนเทียม และอุตสาหกรรมบันเทิง

2.1.3 NGV

NGV ย่อจาก Natural Gas for Vehicles เป็นแก๊สธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ เนื่องจากมีแก๊สมีเทนเป็นส่วนประกอบหลัก จึงมีค่าออกเทนสูงถึง 120 RON แต่เพราะมีน้ำหนักเบากว่าอากาศ การขนส่งต้องผ่านระบบท่อในรูปแก๊สภายใต้ความดันสูงซึ่งไม่เหมาะกับการขนส่งทางไกล ดังนั้นจึงนำมาบรรจุในถังอัดโดยใช้ความดันสูงที่ 3,000 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เรียกว่า แก๊สธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas : CNG) และหากนำมาทำให้เย็นลงถึง -161 องศาเซลเซียส จะได้แก๊สในรูปของเหลว เรียกว่า แก๊สธรรมชาติเหลว (Liquefied Natural Gas : LNG) ซึ่งทำให้ปริมาณลดลงได้ประมาณ 600 เท่า สามารถขนส่งทางเรือไปไกลได้สะดวก และได้ปริมาณมาก เมื่อถึงจุดหมายแล้วจะทำให้ของเหลวกลับเป็นแก๊สก่อนนำมาใช้

2.1.3.1 คุณสมบัติของแก๊ส NGV

- ก) ไม่มีสีไม่มีรส
- ข) ไม่มีกลิ่น (มีการเติมกลิ่นเพื่อให้รู้เมื่อเกิดการรั่วไหล)
- ค) ไม่สามารถสังเกตได้ในอากาศ
- ง) ชีตจำกัดการติดไฟ 5-15% โดยปริมาตรในอากาศ
- จ) อุณหภูมิติดไฟ 650°C
- ฉ) ไม่ก่อให้เกิดพิษ
- ช) เก็บรักษาที่ 200 บาร์ ในสถานะแก๊ส

ตารางที่ 2-1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างแก๊สเอ็นจีวีกับเชื้อเพลิงประเภทอื่น ๆ

ข้อเปรียบเทียบ	แก๊ส NGV	แก๊ส LPG	น้ำมันเบนซิน	น้ำมันดีเซล
สถานะ	เป็นก๊าซ	เป็นก๊าซและจะเก็บ ในรูปของเหลว ที่ความดัน 7 บาร์	เป็นของเหลว	เป็นของเหลว
น้ำหนัก	เบากว่าอากาศ ไม่มีการสะสม เมื่อเกิดการรั่วไหล	หนักกว่าอากาศ จึงเกิดการสะสม ซึ่งเป็นอันตราย	หนักกว่าอากาศ	หนักกว่า อากาศ
ขีดจำกัดการติดไฟ (Flammability limit % โดยปริมาตร)	5-15%	2-9.5%	1.4-7.6%	0.6-7.5%
อุณหภูมิติดไฟ (Ignition Temperature)	650°C	481°C	275°C	250°C

จากตารางข้างต้นพบว่า CNG เป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในรถยนต์ที่มีความปลอดภัยสูงสุด เนื่องจาก

1. น้ำหนักเบากว่าอากาศในขณะที่เชื้อเพลิงประเภทอื่น ๆ หนักกว่าอากาศ
2. ขีดจำกัดการติดไฟ (ความเข้มข้นขั้นต่ำในการติดไฟ) ของ CNG ต้องมีปริมาณสะสมถึง 5% ซึ่งสูงกว่าเชื้อเพลิงประเภทอื่น
3. อุณหภูมิการติดไฟในอากาศตัวเอง (เมื่อมีความเข้มข้นของเชื้อเพลิงมากพอ) สูงกว่าเชื้อเพลิงประเภทอื่นมาก

2.1.4 การปล่อยมลภาวะจากไอเสียกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันมลภาวะจากไอเสียกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก ทำให้โลกเกิดสภาวะเรือนกระจก ซึ่งก่อให้เกิดความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศของโลกอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นนานาชาติจึงหันมาให้ความสำคัญต่อปัญหามลภาวะและคุณภาพของอากาศกันมากขึ้น

การปรับปรุงมาตรฐานไอเสียจากยานยนต์เป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ และน่าจะส่งผลในทางที่ดีขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก เนื่องจาก CNG เป็นเชื้อเพลิงที่มีการเผาไหม้ที่สะอาดกว่าเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลประเภทอื่น ๆ ในประเทศที่มีการใช้ CNG อยู่แล้วก็มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่วนในประเทศที่ยังไม่ได้เริ่มใช้ก็มีความสนใจและมีแนวโน้มที่จะเลือกใช้

ตารางที่ 2-2 เปรียบเทียบปริมาณมลพิษในไอเสียของรถที่ใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด

สารมลพิษ	Gasoline	LPG	NGV
CO (g/km)	1.12	0.91	0.45
HC (g/km)	0.15	0.12	0.36
NO _x (g/km)	0.15	0.21	0.13

ที่มา : IANGV (2000 อ้างถึงใน บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), 2551)

จากตารางจะเห็นว่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ที่เกิดจากไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้ NGV ลดลงอย่างชัดเจน ส่วนปริมาณสารไฮโดรคาร์บอน (HC) จะเพิ่มขึ้น แต่สารไฮโดรคาร์บอนที่ออกมาจากรถยนต์ที่ใช้ NGV ซึ่งมีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบถึง 85-98% (European Commission Thermie, 1998) โดยคุณสมบัติของก๊าซมีเทนจะมีน้ำหนักที่เบากว่าอากาศและไม่สะสมบนพื้นดิน โดยสารคาร์บอนดังกล่าวจัดเป็นสารประเภท Non-Reactive-Hydrocarbon หรือ Non-Reactive Photo-Chemical ซึ่งเป็นสารที่ไม่ทำปฏิกิริยากับแสงแดดแล้วแปรสภาพเป็นสารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ อีกทั้งไม่ไวต่อการทำปฏิกิริยากับไนโตรเจน (NO_x) ซึ่งแตกต่างจากสารไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากรถยนต์ใช้น้ำมันเบนซิน และดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ที่จะไวต่อการทำปฏิกิริยากับ NO_x ในสภาวะที่มีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดหมอกควัน และเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ อีกทั้งยังทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นลดลง อันก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้อีกด้วย และผลการทดสอบมลพิษจาก TNO Road-Vehicles Research Institute (Holland) ในเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง Three-Way Catalytic Converter (TWC) โดยใช้รอบการทดสอบตามมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา (FTP tests cycle) พบว่า เมื่อใช้ NGV เป็นเชื้อเพลิง จะสามารถลดปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ได้ถึง 60% และลดปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ได้ 13% เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันเบนซิน โดย NGV มีคุณภาพไอเสียที่ดีกว่าการใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง

ตารางที่ 2-3 เปรียบเทียบปริมาณมลพิษในไอเสียของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

เชื้อเพลิง	NO _x (g/km)	HC (g/km)	PM (g/km)	CO (g/km)
Diesel	0.74	0.14	0.094	0.67
Gasoline	0.15	0.15	0.015	1.12
NGV	0.13	0.36	0.025	0.45

ที่มา : IANGV (2000 อ้างถึงใน บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), 2551)

ตารางที่ 2-4 เปรียบเทียบมลพิษระหว่างรถโดยสาร NGV และ Diesel

เชื้อเพลิง	NO _x (g/km)	HC (g/km)	PM (g/km)	CO (g/km)
Diesel	26	3.5	1.1	12.5
NGV	7	2.5	0.1	1.5

ที่มา : Norman and William (1996 อ้างถึงใน บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), 2551)

นอกจากนี้ จากการศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ผลจากการวิจัยในเมืองต่างๆ ทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย แสดงให้เห็นว่า ระดับของการสัมผัสฝุ่นละอองในอากาศของประชาชนมีความสัมพันธ์กับ การตายก่อนเวลาอันควร และการเจ็บป่วยด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ และแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์อย่างชัดเจนระหว่างฝุ่นละอองและสุขภาพของประชาชน โดยมีหลักฐานแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของฝุ่นละอองในระยะสั้น ณ พื้นที่หนึ่งๆ และความแตกต่างของระดับฝุ่นละอองระหว่างหลายๆ พื้นที่ในระยะยาว มีผลต่อสุขภาพของประชาชนที่แตกต่างกัน นั่นเอง

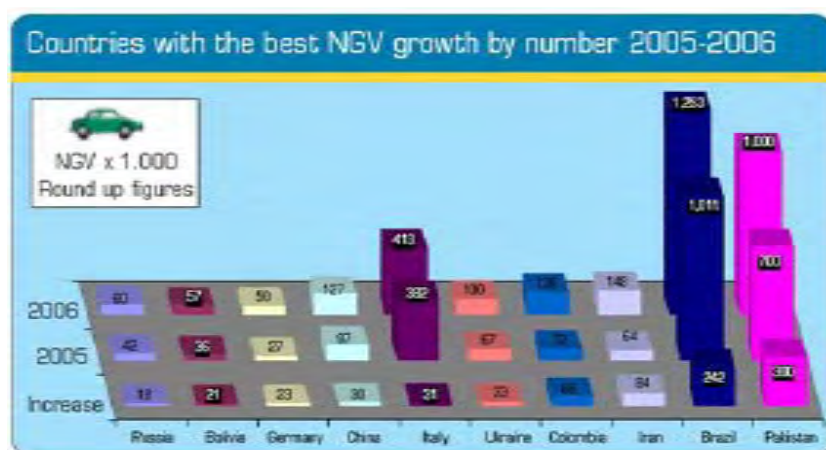
ดังนั้นการนำ NGV มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์จึงเป็นการช่วยลดปริมาณสารพิษที่สะสมในอากาศ ซึ่งจะส่งผลดีต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนได้เป็นอย่างดี

2.2 การใช้ CNG ในต่างประเทศ

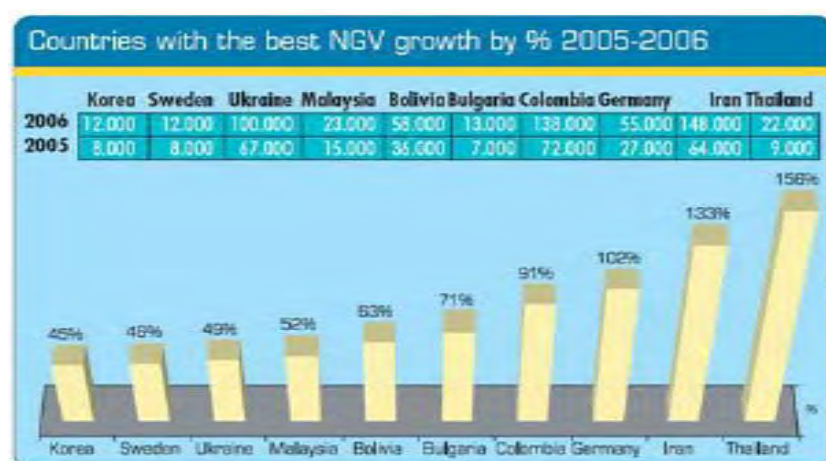
ในประเทศต่างๆ ทั่วโลกนั้น มีการใช้ CNG เป็นเชื้อเพลิงกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในทวีปอเมริกาเหนือ ทวีปอเมริกาใต้ ทวีปออสเตรเลีย และบางส่วนในทวีปเอเชียและยุโรป



ภาพที่ 2-3 แสดงประเทศต่างๆ ที่มีการใช้ CNG (บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), 2552)



ภาพที่ 2-4 แสดงอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดโดยจำนวนของการใช้ CNG
(NGV Communications Group, 2007)



ภาพที่ 2-5 แสดงอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดโดยเปอร์เซ็นต์ของการใช้ CNG
(NGV Communications Group, 2007)

2.3 การกำกับดูแลมาตรฐานความปลอดภัย (ธานี, 2549)

การกำกับดูแลมาตรฐานความปลอดภัย แบ่งออกเป็น 7 ส่วน ดังนี้

2.3.1 กำหนดมาตรฐานถึง ส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์

2.3.1.1 มาตรฐานถึง CNG

- ก) UNECE R110 (UNECE=United Nation Economic Commission for Europe)
- ข) ISO11439 (ISO=International Organization for Standardization)
- ค) ANSI/CSA NGV2-2000 (ANSI/CSA = American National Standards Institute/Canadian Standards Association)

2.3.1.2 มาตรฐานส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์

ก) UNECE R110 (UNECE=United Nation Economic Commission for Europe)

ข) ISO15500 (ISO=International Organization for Standardization)

2.3.2 กำหนดมาตรฐานการติดตั้ง การตรวจและทดสอบ

2.3.2.1 มาตรฐานการติดตั้ง

ก) UNECE R110 (UNECE=United Nation Economic Commission for Europe)

ข) ISO15501-1, ISO15501-2 (ISO=International Organization for Standardization)

การรับรองมาตรฐานของถังบรรจุก๊าซมีหน่วยงานทั้งที่เป็นภาครัฐ และหน่วยงานอาสาสมัครเข้ามา ดำเนินการ ได้แก่ มาตรฐาน NGV2, FMVSS 304, CSA B-51 Part 2 และ ISO/DIS 11439 เป็นต้น

NGV 2 เป็นมาตรฐานของหน่วยงานอาสาสมัครของสหรัฐอเมริการับรอง โดย The American National Standards Institute (ANSI) เมื่อเดือนสิงหาคม 2535 มาตรฐานในส่วนนี้เป็นการกำหนดเงื่อนไข การทดสอบและตรวจสอบคุณภาพของถังเพื่อการรับประกันคุณภาพ FMVSS 304 เป็นกฎระเบียบที่ออกโดย The U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration (DOT-NHTSA) เนื่องจากในช่วงที่ผ่านมา อุบัติหารกรรมผลิตรถ NGV ประสบปัญหาในเรื่องคุณภาพของถังซึ่งเกิดรอยแตกและทำให้เกิดการรั่วของก๊าซ หน่วยงานดังกล่าวจึงได้ออก มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับรถ NGV ซึ่งมีผลบังคับใช้ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2539 โดยกฎระเบียบนี้กำหนด ให้มีการทดสอบคุณภาพของถังบรรจุก๊าซเพื่อความปลอดภัย การทดสอบจะครอบคลุมในเรื่องของการระเบิด รอบการใช้งาน การถูกไฟไหม้ และการรั่วซึม

CSA B-51 Part 2 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศแคนาดาที่กระจายอำนาจให้ท้องถิ่น รับรองมาตรฐานของถังบรรจุก๊าซได้

ISO/DIS 11439 พัฒนามาจาก ISO TC 58/SC3/WG 17 โดยคณะกรรมการซึ่งอยู่ภายใต้ The International Association of Natural Gas Vehicles ในช่วงกว่าสามปีที่ผ่านมา คณะกรรมการของ ISO/DIS 11439, NGV 2 และ CSA B-51 Part 2 ได้มีการปรับประสานมาตรฐานให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานที่จำเป็นต้องมีการทดสอบ โดยครอบคลุมถึงสภาพการใช้งาน การรับประกันคุณภาพ การทดสอบวัสดุที่ใช้ การทดสอบการผลิต และการทดสอบคุณสมบัติของถัง ดังนี้

สภาพการใช้งาน (Service Conditions) ได้กำหนดมาตรฐานการออกแบบ การทดสอบ และความปลอดภัยของถังบรรจุก๊าซให้มีอายุการใช้งานไม่เกิน 20 ปี ที่ระดับแรงดัน 200-240 บาร์ (200 - 240 เท่า ของบรรยากาศ) ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส (หรือเท่ากับ 3,000 ถึง

3,600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ณ อุณหภูมิ 70 องศาฟาเรนไฮต์) และกำหนดให้ถังบรรจุก๊าซต้องมีการตรวจสอบทุกๆ 3 ปี หรือ หลังจากการเกิดอุบัติเหตุ

การรับประกันคุณภาพ (Quality Assurance) เกี่ยวข้องกับระยะเวลาในการทดสอบ และตรวจสอบคุณภาพของถัง เพื่อให้ผู้ผลิตผลิตถังได้ตามมาตรฐานการออกแบบและทดสอบ ซึ่งส่วนใหญ่จะควบคุม ดูแลโดยหน่วยงานของรัฐ และมีคณะกรรมการ NGV 2 เป็นผู้กำหนดแนวทางปฏิบัติในด้านนี้ ทั้งนี้ ผู้ผลิตซึ่งมีระบบตรวจสอบคุณภาพจะต้องมีการลงทะเบียนให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 9001-9002 เพื่อนำไปสู่การตรวจสอบและทดสอบการผลิต หรืออาจจ้างผู้ตรวจสอบอิสระเข้ามาทำหน้าที่ตรวจสอบ และทดสอบระบบคุณภาพของผู้ผลิตเป็นระยะๆ โดยผู้ตรวจสอบจะต้องให้การรับรองว่า วัสดุที่ใช้และการออกแบบเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

วัสดุและการทดสอบวัสดุที่ใช้ (Materials and Material Testing) ตัวถังบรรจุก๊าซที่เป็นถึงชั้นนอก และถึงชั้นใน ต้องทำด้วยเหล็ก หรืออลูมิเนียม ซึ่งได้รับการทดสอบแล้วว่า มีความแข็งแรงทนต่อแรงกระแทก และการผุกร่อน ในส่วนที่เสริมด้วยเส้นใย ต้องทำจากเส้นใยคาร์บอน และเส้นใยแก้วตามสัดส่วนที่กำหนด ซึ่งทดสอบแล้วว่าทนต่อแรงระเบิดได้ นอกจากนี้ เรซินที่ใช้เคลือบ ต้องเป็นวัสดุพลาสติกที่ทำให้อ่อนตัวได้โดยใช้ความร้อน โดยคุณสมบัติเดิมไม่เปลี่ยนแปลง (Thermoplastic) หรือเป็นพลาสติกชนิดที่ถูกความร้อนครั้งหนึ่ง แล้วก็หมดคุณสมบัติในการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Thermosetting Plastic)

การทดสอบการผลิต (Batch and Production Testing) เป็นการสุ่มตัวอย่างในการผลิตแต่ละครั้ง เพื่อทดสอบให้มั่นใจว่าในการผลิตถังบรรจุก๊าซแต่ละครั้ง มีการออกแบบ และทำตัวถังเหมือนกันทุกครั้ง หรือมีความคงที่ในกระบวนการผลิต โดยไม่มีการปรับลดคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการผลิต การทดสอบจะรวมถึงการขยายตัวของถึงชั้นนอก และถึงชั้นใน การเคลือบ การรั่ว ความสมดุลของช่องเหลว การระเบิด และระยะเวลาการใช้งาน เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีความชำรุดเสียหายหรือรอยร้าวของถัง

การทดสอบคุณสมบัติของถัง (Qualification Testing) เป็นการทดสอบเพื่อให้มั่นใจว่าการออกแบบถังบรรจุก๊าซจะมีความปลอดภัยตลอดอายุการใช้งาน โดยจะมีการทดสอบเมื่อมีการออกแบบถังใหม่ หรือเมื่อมีการปรับปรุงถังที่ใช้กันอยู่แล้ว การทดสอบคุณสมบัติของถังมีหลายวิธี ได้แก่

1. การทดสอบการระเบิด (Burst) เพื่อให้มั่นใจว่าการออกแบบถังมีพื้นฐานที่สมบูรณ์ และมีการเสริมเส้นใยตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้

2. การทดสอบรอบการใช้งานในสภาพบรรยากาศ (Ambient Cycling) เป็นการทดสอบการรั่ว หรือการแตกร้าวของถัง โดยทดสอบรอบการใช้งาน ณ ระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

3. การทดสอบการไหม้ไฟ (Bonfire) เป็นการทดสอบโดยนำถังบรรจุก๊าซไปวางไว้ในกองไฟ ณ ระดับแรงดันใช้งานที่ 25% และ 100% เพื่อตรวจสอบการออกแบบและการติดตั้งอุปกรณ์ลดแรงดันของถังที่เหมาะสม

4. การทดสอบการทนต่อการแตกร้าว (Flaw Tolerance) เป็นการใช้เครื่องจักรทดสอบภายนอก ของถังเพื่อตรวจสอบความคงทนต่อการแตกร้าวของถัง

5. การทดสอบการตกจากที่สูง (Drop) เป็นการทดสอบการปล่อยถังตกมาจากที่สูง ตามแนวนอนที่ระดับความสูง 3 เมตร ลงบนพื้นคอนกรีต และตามแนวตั้งที่ระดับความสูง 1.8 เมตร เพื่อตรวจสอบการร้าว หรือรอยแตกซึ่งเป็นผลมาจากการตกลงมาจากที่สูง

6. การทดสอบโดยใช้ปืนยิง (Gunfire) เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของถัง โดยใช้อาวุธปืนขนาดลำกล้อง 30 มิลลิเมตร มีความเร็วของวิถีการยิงที่ 850 เมตรต่อวินาที ซึ่งพบว่าไม่มีผล ทำให้ถังเสียหายแต่อย่างใด

2.3.3 กำหนดคุณสมบัติผู้ตรวจสอบ และการให้ความเห็นชอบ

2.3.3.1 ต้องเป็นวิศวกรเครื่องกล ประเภทสามัญวิศวกรหรือสูงกว่า

2.3.3.2 ต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจและทดสอบ

2.3.3.3 ต้องมีสถานที่ในการปฏิบัติงานที่เหมาะสม

2.3.3.4 ต้องมีความรู้ในด้านมาตรฐานของเครื่องอุปกรณ์ส่วนควบ และระบบการทำงาน รวมทั้งการติดตั้ง

2.3.3.5 ต้องมีความรู้ในกฎ ระเบียบของทางราชการ

2.3.4 กำหนดคุณสมบัติผู้ติดตั้ง และการให้ความเห็นชอบ

2.3.4.1 ต้องมีความรู้ในด้านมาตรฐานของเครื่องอุปกรณ์ส่วนควบ ระบบการทำงาน และการติดตั้ง

2.3.4.2 ต้องมีความรู้ระบบการทำงานของเครื่องยนต์

2.3.4.3 ต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบระบบการทำงานของเครื่องยนต์และอุปกรณ์

2.3.4.4 ต้องมีความรู้ในกฎระเบียบของทางราชการ

2.3.5 ขั้นตอนการดำเนินการในการติดตั้ง

2.3.5.1 ตรวจสอบมาตรฐานถัง และเครื่องอุปกรณ์ส่วนควบ

2.3.5.2 ติดตั้งตามมาตรฐาน หลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขตามที่ทางราชการกำหนด

2.3.5.3 ตรวจสอบระบบการทำงาน และทำการปรับตั้งให้เหมาะสม

2.3.5.4 ออกใบเสร็จรับเงินหรือสำเนาใบเสร็จให้กับเจ้าของรถ

2.3.6 ขั้นตอนการดำเนินการในการตรวจและทดสอบ

2.3.6.1 ตรวจสอบมาตรฐานถัง และเครื่องอุปกรณ์ส่วนควบ

2.3.6.2 ตรวจและทดสอบการติดตั้ง เช่น การยึดถัง การยึดท่อและหัวรับก๊าซ การต่อท่อก๊าซ ตำแหน่งการติดตั้งของอุปกรณ์ต่างๆ

2.3.6.3 ตรวจและทดสอบการรั่วบริเวณรอยต่อ

2.3.6.4 ตรวจสอบและทดสอบการทำงานที่ของอุปกรณ์ส่วนควบ เช่น ลิ้นเปิด-ปิดหลัก (Main shut-off Valve) ต้องปิดการจ่ายก๊าซเมื่อสวิตช์กุญแจอยู่ในตำแหน่งปิด, เครื่องยนต์หยุดทำงาน, เครื่องยนต์ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (กรณีระบบสองเชื้อเพลิง)

2.3.6.5 ออกหนังสือรับรองและเอกสารรายละเอียดที่เกี่ยวข้องให้กับเจ้าของรถ

2.3.7 ขั้นตอนการดำเนินการทางทะเบียน

2.3.7.1 ต้องมีใบเสร็จรับเงินหรือสำเนาใบเสร็จรับเงินจากผู้ติดตั้ง

2.3.7.2 ต้องมีหนังสือรับรองและเอกสารรายละเอียดจากผู้ตรวจสอบและทดสอบ

2.3.7.3 ต้องมีสมุดคู่มือการจดทะเบียน

2.3.7.4 นำรถไปรับการตรวจสอบ ณ ที่ทำการของกรมการขนส่งทางบกที่รถนั้นจดทะเบียน

2.3.7.5 บันทึกแก้ไขชนิดเชื้อเพลิงและหมายเลขถังก๊าซในสมุดคู่มือการจดทะเบียนหรือประวัติรถ

2.4 การทดสอบถัง

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) (2552) ได้ร่วมมือกับกรมทหารม้าที่ 5 จังหวัดสระบุรี ทำการทดสอบถัง NGV ขนาด 70 ลิตร น้ำ ณ สนามยิงปืนยานเกราะสัมพันธ์ จำนวน 4 รูปแบบ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.4.1 ทดสอบความดัน ทดสอบเพื่อแสดงว่าถัง NGV สามารถทนความดันได้อย่างต่ำ 2.25 เท่าของความดันใช้งานคือ 450 บาร์



ภาพที่ 2-6 แสดงการทดสอบความดัน

2.4.2 ทดสอบการไหม้ไฟ ทดสอบเพื่อแสดงว่าถึง NGV เมื่อถูกไฟไหม้ วาล์วหัวถังก็จะระบายความดันออกมาโดยถังไม่แตก หรือระเบิด



ภาพที่ 2-7 แสดงการทดสอบการไหม้ไฟ

2.4.3 ทดสอบการยิง ทดสอบเพื่อแสดงว่าถึง NGV เมื่อถูกปืนยิงถึงสามารถทะลุและก๊าซพุ่งออกมาได้โดยไม่ระเบิดหรือไฟลุกไหม้



ภาพที่ 2-8 แสดงการทดสอบการยิง

2.4.4 ทดสอบการชน

ทดสอบเพื่อแสดงว่าเมื่อเกิดอุบัติเหตุรถชนจนทำให้เกิดแรงเฉื่อยสูงถึง 30 g ถึงอาจหลุดจากที่ยึดหรือไม่หลุดก็ตาม แต่ต้องไม่เกิดเพลิงไหม้จนอาจเกิดอันตราย



ภาพที่ 2-9 แสดงการทดสอบการชน

การทดสอบในข้อ 1-3 เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 11439 (มาตรฐานตามที่กรมการขนส่งทางบกกำหนด) ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่ถึง NGV จะต้องผ่านมาตรฐานนี้ โดยกำหนดวิธีการทดสอบถึง NGV ไว้ 27 ข้อ ทั้งนี้ ได้เลือกทำการทดสอบมา 3 หัวข้อ ดังนี้

1. การทดสอบความดัน ซึ่งว่าด้วยเรื่องของความดันน้ำที่ทำให้ถึงแตก (Hydrostatic Pressure Burst Test) การทดสอบกำหนดจะต้องทำการอัดน้ำเข้าไปในถัง NGV เปล่า ความดันของน้ำที่อัดจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนทำให้ถึงแตกออก ความดันที่ทำให้ถึงแตกออกจะต้องมากกว่า 450 บาร์ โดยรอยแตกอาจจะเกิดขึ้นตามความยาวของถังหรืออาจเกิดบริเวณที่เป็นโดมของถังก็ได้ การทดสอบนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้เห็นว่าถึงสามารถทนความดันได้มากกว่าความดันใช้งานปกติมาก

2. การทดสอบการไหม้ไฟ ซึ่งว่าด้วยการทดสอบการไหม้ไฟของถังก๊าซ NGV (Bonfire Test) การทดสอบกำหนดจะต้องทำการบรรจุก๊าซในถังให้มีความดันเท่ากับความดันใช้งานวางลงในแนวนอน ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไม่ให้เปลวไฟสามารถไหม้ถังอุปกรณ์หัวถังได้โดยตรง จากนั้นทำการเผาถัง เมื่อถึงถูกไฟเผาสักพักอุปกรณ์ที่หัวถังจะต้องแตกออก และระบายก๊าซในถังออกมาจนหมด โดยที่ต้องไม่เกิดความเสียหายกับเนื้อถัง การทดสอบนี้จัดทำขึ้น เพื่อให้แน่ใจในระบบป้องกันความปลอดภัยบริเวณหัวถัง ว่าจะสามารถระบายก๊าซที่บรรจุในถังได้ก่อนเกิดการระเบิด

3. การทดสอบการยิงถึง ซึ่งว่าด้วยการทดสอบการแทงทะลุของถัง (Penetration Test) การทดสอบกำหนดว่าจะต้องบรรจุก๊าซให้ได้ความดันใช้งานโดยอาจจะขาดเหลือได้ประมาณ 10 บาร์ จากนั้นใช้ปืนยิงโดยขนาดกระสุนที่ใช้คือ 7.62 mm การยิงอาจจะทะลุถึงเพียงด้านเดียวหรือทั้ง 2 ด้านก็ได้ แต่เมื่อยิงทะลุแล้วถึงจะต้องไม่เกิดการระเบิดหรือแตกออก การทดสอบนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้แน่ใจว่าถึงแม้จะมีอุบัติเหตุทำให้ถังถูกเจาะทะลุ ก็จะไม่เกิดการระเบิดขึ้น

ในส่วนของการทดสอบข้อที่ 4 นั้นจะเป็นการทดสอบการชนของรถที่ติดตั้งถังก๊าซ NGV ด้วยความแรงประมาณ 30 g ว่าด้วยเรื่องการยึดติดถังกับพาหนะกำหนดไว้ดังนี้

ในกรณีที่ยานพาหนะมีมวลรวมน้อยกว่า 3.5 ตัน ถังก๊าซจะต้องติดแน่นกับที่ยึดโดยไม่หลุดภายใต้การชนที่มีความแรงดังนี้

20 g ในกรณีที่วางถังตามความยาวรถทั้งในกรณีที่ชนด้านหน้าและถูกชนจากด้านหลัง

8 g ในกรณีที่วางถังตามขวางรถทั้งในกรณีที่ชนด้านหน้าและถูกชนจากด้านหลัง

4.5 g ในกรณีที่วางถังตั้งขึ้น

ในกรณีที่ยานพาหนะมีมวลรวมตั้งแต่ 3.5 ตัน ถังก๊าซจะต้องติดแน่นกับที่ยึดโดยไม่หลุดภายใต้การชนที่มีความแรงดังนี้

10 g ในกรณีที่วางถังตามความยาวรถทั้งในกรณีที่ชนด้านหน้าและถูกชนจากด้านหลัง

5 g ในกรณีที่วางถังตามขวางรถทั้งในกรณีที่ชนด้านหน้าและถูกชนจากด้านหลัง

4.5 g ในกรณีที่วางถังตั้งขึ้น

การทดสอบการชนที่จะทำนี้เป็นการจำลองในกรณีที่รถมีน้ำหนักรวมไม่เกิน 3.5 ตัน ซึ่งจะทำให้การติดตั้งถังทั้งตามยาว และตามขวาง จะเห็นได้ว่าความแรงดังกล่าวนี้ (30 g) เป็นความแรงที่ทำให้ถังอาจจะหลุดออกมาจากที่ยึดได้ แต่เมื่อดังหลุดออกมาแล้วแม้ว่าถังจะตกกระแทกพื้น แต่ก็จะไม่เกิดการระเบิดหรือการลุกติดไฟประการใด การทดสอบนี้ไม่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐานการทดสอบ แต่จัดทำขึ้นเพื่อให้เกิดความมั่นใจในการใช้งาน

2.5 หลักทางด้านการเงิน (วันชัย, 2535)

หลักด้านการเงินที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ระยะเวลาการคืนทุน และจุดคุ้มทุน

2.5.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV) คือ ผลรวมของผลตอบแทนสุทธิที่ได้ปรับค่าของเวลาแล้ว โดยจะพิจารณาว่าโครงการดังกล่าวนี้สร้างผลกำไรหรือไม่ โครงการที่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธินั้นถือว่าคุ้มค่าแก่การลงทุน แต่ถ้ามีค่าต่ำกว่าศูนย์ ถือว่าไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

การศึกษาครั้งนี้ การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิตำหนดจากค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิของแต่ละปี หักออกด้วยค่าใช้จ่ายสุทธิในการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ในปีนั้นๆ โดยค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ของแต่ละปี (Bt) และค่าใช้จ่ายแต่ละปี (Ctt) มีค่าคงเดิมทุกปี ดังสมการต่อไปนี้

$$NPV = \frac{[(Bt - Ct) \times (((1+i)^n - 1))]}{i((1+i)^n)} - Co \quad (2-1)$$

โดยที่

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

Bt = ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิที่เกิดขึ้นในปีที่ t ที่คำนวณจากค่าใช้จ่ายของ
น้ำมันดีเซลที่เกิดขึ้นในปีที่ t หักออกด้วยค่าใช้จ่ายของ CNG ที่เกิดขึ้นในปีที่ t

Co = เงินลงทุนในการปรับค่าเปลี่ยนเครื่องยนต์ (บาท)

Ct = ค่าใช้จ่ายในแต่ละปี (บาท)

i = อัตราดอกเบี้ยต่อปี

n = อายุของโครงการ

t = ปีของโครงการมีค่าตั้งแต่ 1, 2, ..., n

2.5.2 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) คือ ระยะเวลาที่ทำให้มูลค่าเงินปัจจุบันมีค่าเท่ากับเงินลงทุนของโครงการ (Co) ดังสมการ

$$Co = (Bt - Ct) \times SPWF \quad (2-2)$$

โดย

$$\frac{((1+i)^n - 1)}{i((1+i)^n)} - 1 = \text{Uniform Series Present Worth Factor (SPWF)} \quad (2-3)$$

2.5.3 จุดคุ้มทุน (Break-even Point) คือ จุดที่ราคาขายของ CNG ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดที่เกิดจากการใช้น้ำมันดีเซลมีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดที่เกิดจากการใช้ CNG ที่มีค่าเท่ากัน เมื่อกำหนดเงื่อนไขนี้แล้ว จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลกับราคาขายปลีก CNG ณ จุดคุ้มทุนซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{ค่าใช้จ่ายรวมของน้ำมันดีเซล} = \text{ค่าใช้จ่ายรวมของ CNG} \quad (2-4)$$

ในการวิเคราะห์ทางการเงินดังกล่าว จะพิจารณาเฉพาะกรณีทั่วไปไม่รวมค่ามลพิษในการใช้ CNG ทดแทนน้ำมันดีเซล โดยพิจารณาราคาต่อหน่วยความร้อนเชิงประสิทธิภาพที่เท่ากันในหน่วยบาทต่อเมกกะจูล ดังสมการ

$$\text{ราคาเชื้อเพลิงต่อหน่วยความร้อน} = \frac{\text{ราคาขายปลีกของเชื้อเพลิง (บาทต่อลิตร)}}{\text{ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (MJ/L)}} \quad (2-5)$$

โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อหน่วยความร้อนที่เท่ากันในหน่วยของบาทต่อเมกะจูล ของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดแล้วพบว่า ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยความร้อนของเชื้อเพลิงชนิดใดต่ำกว่าการเลือกใช้เชื้อเพลิงชนิดนั้นจะเป็นกรณีที่น่าสนใจ จากนั้นจึงคำนวณหามูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายทั่วไปโดย

$$\text{ค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิง} = \text{ค่าเชื้อเพลิง} + \text{ค่าบำรุงรักษา} \quad (2-6)$$

โดยที่

$$\text{ค่าเชื้อเพลิง (บาทต่อปี)} = \text{ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง} \times \text{ราคาขายปลีกเชื้อเพลิง} \quad (2-7)$$

และ

$$\text{ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง} = \frac{\text{ระยะทางวิ่ง (กิโลเมตรต่อปี)}}{\text{อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง}} \quad (2-8)$$

ดังนั้น หากพิจารณาแบบเงินจ่ายเท่ากันรายปี (Levelized Annual Cost) จะพบว่า

$$\begin{aligned} &\text{มูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายของน้ำมันดีเซลรวมค่าดำเนินการ} \\ &= ((\text{ปริมาณเชื้อเพลิง} \times \text{ราคาเชื้อเพลิง}) + \text{ค่าบำรุงรักษา}) \times (\text{SPWF}) \quad (2-9) \end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned} &\text{มูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายของแก๊สเอ็นจีวีรวมค่าดำเนินการ} \\ &= ((\text{ปริมาณเชื้อเพลิง} \times \text{ราคาเชื้อเพลิง}) + \text{ค่าบำรุงรักษา}) \times (\text{SPWF}) + \\ &\quad (\text{ค่าดัดแปลงหรือติดตั้งเครื่องยนต์} \times \text{CRF}) \quad (2-10) \end{aligned}$$

หากมูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายของน้ำมันดีเซล สูงกว่า มูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายของแก๊สเอ็นจีวีแสดงว่าการใช้แก๊สเอ็นจีวีมีความเหมาะสมกว่า แต่หากมูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายของน้ำมันดีเซล ต่ำกว่า มูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายของแก๊สเอ็นจีวี ควรที่จะคำนวณจุดคุ้มทุนเพื่อแสดงราคาขายปลีกแก๊สเอ็นจีวีที่ควรจะเป็นจากสมการ

$$\begin{aligned} \text{มูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่าย} &= \text{มูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่าย} \\ \text{ของน้ำมันดีเซล} &\quad \text{ของแก๊สเอ็นจีวี} \end{aligned} \quad (2-11)$$

2.6 การใช้ CNG ในยานยนต์ขนาดใหญ่สำหรับประเภทเครื่องยนต์ดีเซลเดิม

2.6.1 ติดตั้งอุปกรณ์ CNG ระบบเชื้อเพลิงร่วม (Diesel Dual Fuel : DDF) วิธีนี้ไม่ต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์เพียงแค่ติดตั้งอุปกรณ์ CNG เพิ่มเติมเครื่องยนต์ใช้น้ำมันดีเซลในการจุดระเบิด เมื่อมีการเผาไหม้เกิดขึ้นจึงใช้ CNG เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้แทนน้ำมันดีเซลและประสิทธิภาพเครื่องยนต์ขึ้นอยู่กับสภาพเครื่องยนต์เดิม เทคโนโลยีและประสิทธิภาพของอุปกรณ์ CNG ความชำนาญของผู้ติดตั้ง ลักษณะการใช้งานของรถ เป็นต้น

นั่นหมายถึง หากเทคโนโลยีสามารถปรับแต่งให้ระบบสามารถใช้ CNG เผาไหม้ทดแทนน้ำมันดีเซลได้ยิ่งมากก็จะยิ่งทำให้ประหยัดค่าเชื้อเพลิงได้มากขึ้นตามไปด้วย

ระบบนี้สามารถใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียวก็น่าได้หรือใช้เชื้อเพลิงร่วม (CNG และ ดีเซล) ด้วยการปรับสวิทช์การเลือกใช้เชื้อเพลิง สามารถวิ่งได้ระยะทางประมาณ 300-500 กิโลเมตร โดยติดตั้งถัง CNG ขนาด 140 ลิตร จำนวน 3-5 ถัง ต่อการเติม CNG 1 ครั้ง และมีระบบควบคุมการจ่าย CNG 2 แบบ ได้แก่

2.6.1.1 แบบดูดแก๊ส (Fumigation) เป็นระบบควบคุมแบบธรรมดา (Mechanic Control) หรือที่เรียกว่าแบบวงจรปิดโดยที่ CNG จากถังบรรจุจะถูกปรับความดัน (Pressure Regulator) จากระดับ 200 บาร์ ให้ต่ำลงเพื่อดูดไปผสมกับอากาศ (Gas Mixer) บริเวณท่อร่วมไอดี ในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับการเผาไหม้ก่อนที่จะถูกจ่ายเข้าสู่เครื่องยนต์ บางยี่ห้อจะมี ECU ควบคุมการจ่าย CNG เข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ โดยแปรผันตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ จากผลการทดสอบการใช้งานจริงในรถบรรทุก และรถหัวลากที่ติดตั้งอุปกรณ์ CNG ชนิดนี้ในประเทศไทย พบว่าโดยเฉลี่ยแล้วสามารถใช้ CNG เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลได้ประมาณร้อยละ 25-50 และทดแทนน้ำมันดีเซลได้สูงที่สุดถึงร้อยละ 60 ซึ่งสามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้ประมาณร้อยละ 15-40 และยังช่วยลดปริมาณควันดำจากการเผาไหม้ลงด้วย



ภาพที่ 2-10 แสดงรถบรรทุกและรถหัวลากที่ติดตั้งอุปกรณ์ CNG ระบบ DDF แบบดูดแก๊ส

2.6.1.2 แบบฉีดก๊าซ (Injection System) การติดตั้งระบบนี้ CNG จากถังบรรจุน้ำมันถูกปรับลดความดัน (Pressure Regulator) จาก 200 บาร์ ให้ลดต่ำลงจะถูกฉีดผสมเข้ากับอากาศบริเวณท่อร่วมไอดีจ่าย CNG จุดเดียว (Single Point Injection) และท่อไอดีของแต่ละกระบอกสูบ (Multi Point Injection : MPI) ในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับการเผาไหม้ ก่อนที่จะจ่ายเข้าเครื่องยนต์รูปแบบที่ใช้ในปัจจุบันมี 3 แบบดังนี้



ภาพที่ 2-11 แสดงรถบรรทุกและรถหัวลากที่ติดตั้งอุปกรณ์ NGV ระบบ DDF แบบฉีดก๊าซ

ก) แบบฉีดก๊าซชนิด Single Point Injection ที่มีระบบควบคุมแบบวงจรเปิด ระบบนี้จะฉีด CNG เข้าผสมกับอากาศบริเวณท่อร่วมไอดี โดยใช้ ECU ควบคุมการจ่าย CNG โดยแปรผันตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ทั้งนี้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงร่วมจะขึ้นอยู่กับการออกแบบโปรแกรมการควบคุมการจ่าย CNG นั้นเอง

ข) แบบฉีดก๊าซชนิด Single Point Injection ที่มีระบบควบคุมแบบวงจรปิด ระบบนี้จะฉีด CNG เข้าผสมกับอากาศบริเวณท่อร่วมไอดี เช่นเดียวกับข้อ ก) แต่จะมีการใช้ ECU และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการจ่าย CNG ให้เหมาะสมกับปริมาณอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ และปรับการจ่ายน้ำมันดีเซลที่ปั๊มเพื่อให้อัตราส่วน CNG ต่อน้ำมันดีเซลเหมาะสมสำหรับการเผาไหม้ที่สภาวะการทำงานต่างๆ ของเครื่องยนต์ ทั้งนี้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงร่วมจะขึ้นอยู่กับการออกแบบหัวฉีดก๊าซ อุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณการทำงาน of เครื่องยนต์เช่นตัวตรวจวัดออกซิเจน (Oxygen Sensor) ตัวตรวจวัดตำแหน่งปีกผีเสื้อ (Throttle Position Sensor)

ค) แบบฉีดก๊าซชนิด Multi Point Injection ที่มีระบบควบคุมแบบวงจรปิด ระบบนี้มีหลักการทำงานคล้ายๆ กับข้อ ข) แต่จะฉีดก๊าซเข้าผสมกับอากาศบริเวณท่อไอดีของแต่ละกระบอกสูบซึ่งจะมีประสิทธิภาพการเผาไหม้ อัตราการใช้เชื้อเพลิงและไอเสียดีกว่าระบบ DDF แบบอื่นๆ แต่มีราคาสูงกว่ามาก

2.6.2 ติดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลเดิมมาใช้ CNG อย่างเดียว (Dedicated Retrofit) การติดแปลงนี้จะนำเครื่องยนต์ดีเซลเดิมมาดัดแปลง เพื่อลดอัตราส่วนการอัด (Compression Ratio) จากประมาณ 17:1 เป็น 11:1 โดยการดัดแปลงลูกสูบ ฝาสูบ ติดตั้งหัวเทียนเพื่อช่วยในการจุดระเบิด เปลี่ยนชิ้นส่วนอื่นตามความเหมาะสมของเครื่องยนต์แต่ละรุ่นและติดตั้งอุปกรณ์ CNG ได้เพียงอย่างเดียวโดยจะติดตั้งถัง CNG จำนวน 5-7 ถัง (ขนาดถังบรรจุ 140 ลิตรน้ำ) ซึ่งสามารถวิ่งได้ระยะทางประมาณ 280-400 กิโลเมตรต่อการเติม CNG 1 ครั้ง ระบบนี้มีการควบคุมการจ่าย NGV แบ่งเป็น 2 แบบดังนี้

2.6.2.1 ระบบดูดก๊าซ (Fumigation System) ที่มีระบบควบคุมแบบวงจรปิด ระบบนี้ติดตั้งอุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศบริเวณท่อร่วมไอดี เพื่อนำ CNG ผสมกับอากาศ ในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับการเผาไหม้ก่อนที่จะจ่ายเข้าเครื่องยนต์ และใช้ ECU ป้อนโปรแกรม คอมพิวเตอร์ควบคุมการจ่าย CNG ให้เหมาะสมกับปริมาณอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ ทั้งนี้ ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของ CNG จะขึ้นอยู่กับเทคนิคการดัดแปลงลูกสูบและเครื่องยนต์ การออกแบบชุดอุปกรณ์ผสม CNG กับอากาศ อุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณการทำงานของเครื่องยนต์ เช่น ตัวตรวจวัดออกซิเจน ตัวตรวจวัดตำแหน่งปีกผีเสื้อ โปรแกรมควบคุมการจ่าย CNG ชุดควบคุม การจ่าย CNG เป็นต้น

2.6.2.2 แบบฉีดก๊าซ (Multi Point Injection System : MPI) ที่มีระบบควบคุม แบบวงจรปิด มีชุดอุปกรณ์หลักคือ ECU อุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ ชุดจ่ายก๊าซ อุปกรณ์ตรวจวัด สัญญาณการทำงานของเครื่องยนต์ เช่น ตัวตรวจวัดออกซิเจน ตัวตรวจวัดตำแหน่งปีกผีเสื้อ ระบบนี้ มีการจ่าย CNG ด้วยหัวฉีดบริเวณท่อไอดีของแต่ละกระบอกสูบโดยเฉพาะ และควบคุมอัตรา ส่วนผสมแบบใช้อากาศพอดีสำหรับการเผาไหม้ ซึ่งจะจ่าย CNG ให้พอดีกับอากาศโดยใช้ชุดควบคุม อิเล็กทรอนิกส์รับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณการทำงานของเครื่องยนต์ และทำการ ประมวลผลควบคุมการจ่าย CNG ของหัวฉีดไปที่ท่อไอดีแต่ละกระบอกสูบ ให้เหมาะสมกับ ปริมาณอากาศทุกสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์และเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ทั้งนี้ประสิทธิภาพ การเผาไหม้สมรรถนะของเครื่องยนต์อัตราการใช้เชื้อเพลิงและไอเสียจะดีกว่าแบบที่หนึ่งแต่มีราคา สูงกว่า



ภาพที่ 2-12 แสดงรถโดยสารเครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงมาใช้ CNG เพียงอย่างเดียวแบบฉีดก๊าซ

2.6.3 เปลี่ยนเครื่องยนต์ดีเซลเดิมเป็นเครื่องยนต์ NGV (Re-powering) ระบบนี้จะถอดเครื่องยนต์ดีเซลเดิมออกและเปลี่ยนเครื่องยนต์เป็น CNG (Dedicated CNG) โดยใช้ตัวถังรถยนต์คันเดิมและต้องติดตั้งอุปกรณ์จ่าย CNG รวมทั้งติดตั้งถัง CNG เพิ่มเติมซึ่งถ้าติดตั้งขนาด 140 ลิตร จำนวน 5-7 ถังจะสามารถวิ่งได้ระยะทางประมาณ 280-400 กิโลเมตร



ภาพที่ 2-13 แสดงรถหัวลากเปลี่ยนเครื่องยนต์ดีเซลเดิมเป็นเครื่องยนต์ CNG (Re-powering)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเนื่องกับการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากน้ำมันดีเซลเป็นแก๊สซีเอ็นจีของรถยนต์ประเภทต่างๆ ดังนี้

2.7.1 ผลงานการใช้รถบรรทุกที่ใช้ก๊าซ CNG ของบริษัท สุรินทร์ ออมยา เคมิคอล (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งเป็นผู้ผลิตและจำหน่ายแคลเซียมคาร์บอเนตรายใหญ่ที่สุดในประเทศไทย

และดำเนินธุรกิจมานานกว่า 20 ปี จำนวนรถบรรทุกรวมทั้งสิ้น 45 คัน ซึ่งสามารถบรรทุกน้ำหนักรวม ได้ตั้งแต่ 15 ตัน จนถึง 48 ตัน ตามการบรรทุกสินค้าแต่ละประเภท

2.7.1.1 ค่าใช้จ่ายการติดตั้งถังก๊าซเฉลี่ยคันละ 110,000 บาท (สำหรับ 4 ถังก๊าซ) งบประมาณทั้งสิ้น 6 ล้านบาท

2.7.1.2 รถบรรทุกคันแรกที่สามารถเริ่มใช้งาน ได้ตั้งแต่ เดือนสิงหาคม 2548



ภาพที่ 2-14 แสดงตัวอย่างการติดตั้งถังแก๊สเอ็นจีวี

2.7.1.3 กำหนดการติดตั้งครบ 45 คัน ภายในเดือนมีนาคม 2549

2.7.1.4 ระยะเวลาคืนทุนคือ 9 เดือน สำหรับการใช้น้ำมัน CNG ต่อ Diesel ที่อัตราส่วน 50:50 และควบคุมการขับรถด้วยระบบ Skytrack และ GPS

2.7.1.5 ชนิดของถังก๊าซ ประเภท CNG type 1 ตัวถังผลิตด้วยเหล็กกล้า 100% ซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศ

2.7.1.6 ความหนาตัวถังก๊าซ 7 มิลลิเมตร มีขนาดบรรจุ 70 ลิตร (หน่วยเป็นความจุ) สามารถบรรจุก๊าซได้ 14 กิโลกรัม

2.7.1.7 ปัจจุบันรถบรรทุก 1 คัน ติดตั้งจำนวน 4 ถัง ตามความเหมาะสมของระยะทางขนส่ง

2.7.1.8 การปรับแต่งเครื่องยนต์ เฉพาะท่อไอเสียเพื่อนำก๊าซไปใช้งานในเครื่องยนต์

2.7.1.9 อัตราส่วนเปรียบเทียบ CNG 1 kg = Diesel 1 Liter

2.7.1.10 การปรับแต่งการใช้งาน ระหว่างก๊าซ CNG และน้ำมันดีเซล คือ 40:60

2.7.1.11 อัตราการใช้น้ำมันดีเซลเฉลี่ยของรถประเภทต่างๆ

ตารางที่ 2-5 แสดงข้อมูลเฉพาะของรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ

ประเภทรถบรรทุก	น้ำหนักบรรทุกรวม	น้ำหนักบรรทุกสินค้า	อัตราการใช้น้ำมัน
เคมี-เทรเลอร์	48.5 ตัน	30-32 ตัน	3.3 km ต่อลิตร
เทรเลอร์	47.0 ตัน	30-32 ตัน	3.6 km ต่อลิตร
เคมี-เทรเลอร์	45.0 ตัน	27 ตัน	3.0 km ต่อลิตร
10 ล้อ	25.0 ตัน	13-15 ตัน	4.8 km ต่อลิตร
6 ล้อ	15.0 ตัน	8 ตัน	8.8 km ต่อลิตร

ตารางที่ 2-6 แสดงค่าใช้จ่ายของรถ 1 คัน ในช่วงทดลองใช้งานตั้งแต่ สิงหาคม-ธันวาคม 2548

เดือน	ปริมาณ ดีเซล	ปริมาณ NGV	ค่าน้ำมัน ดีเซล	ค่าแก๊ส NGV	รวม	ค่าใช้จ่าย ที่ลดลง
สิงหาคม	1,172	406	24,717	3,450	28,167	5,110
กันยายน	973	1,048	21,348	8,908	30,256	14,086
ตุลาคม	530	886	11,824	7,533	19,357	12,239
พฤศจิกายน	853	1,063	18,143	9,034	27,177	13,572
ธันวาคม	1,014	1,319	21,487	11,211	32,698	16,737

จากตารางแสดงค่าใช้จ่ายในช่วงทดลองใช้งานตั้งแต่เดือนสิงหาคม-ธันวาคม 2548 แสดงให้เห็นว่าสามารถลดต้นทุนค่าน้ำมันดีเซลได้ทั้งสิ้น 61,744 บาท คิดเป็น 30.97%

2.7.2 ประสบการณ์การใช้รถหัวลากเปลี่ยนเครื่องยนต์ดีเซลเดิม เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซ CNG (Re-powering) บริษัท เค. อาร์. โรจนทรัพย์ เริ่มใช้งานเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2548

2.7.2.1 ยี่ห้อ Isuzu Engine Model 6BG1 ขนาดเครื่องยนต์ 175 แรงม้า

2.7.2.2 เครื่องยนต์ CNG : ยี่ห้อ Omnitek Engine Model TG 6.354.4 ขนาด 200 แรงม้า

2.7.2.3 ถังบรรจุ CNG จำนวน (12 x 70 ลิตร) (น้ำ) = 840 ลิตร (ดีเซล)

2.7.2.4 ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนเครื่อง 1,200,000 บาท เดิม CNG วิ่งได้ 330 กิโลเมตร

2.7.2.5 อัตราการใช้เชื้อเพลิง ระบบเปลี่ยนเครื่องยนต์ CNG ต่อระยะทาง 100 กิโลเมตร ใช้ CNG 135 กิโลกรัม = 1,147.5 บาท ประหยัดค่าเชื้อเพลิง 577 บาท/ 100 กิโลเมตร

2.7.2.6 ระยะเวลาคืนทุนเมื่อวิ่งในระยะทาง 330 กิโลเมตร/วัน ใช้เวลา 2 ปี

2.7.3 ผลการทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลใหญ่ของ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) พ.ศ. 2549

2.7.3.1 ดัดแปลงเครื่องยนต์ระบบ DDF จำนวน 41 คัน

ก) รถหัวลาก 9 คัน ทดแทนดีเซล 24-51% ประหยัดได้ 600 บาท/คัน/วัน (~17-32%)

ข) รถบรรทุก 14 คัน ทดแทนดีเซล 20-57% ประหยัดได้ 400 บาท/คัน/วัน (~16-38%)

ค) รถโดยสาร 18 คัน ทดแทนดีเซล 20-50% ประหยัดได้ 670 บาท/คัน/วัน (~10-31%)

2.7.3.2 ดัดแปลงเครื่องยนต์ระบบ Dedicated จำนวน 3 คัน

ก) รถโดยสาร HinoEH700 2.4 km/kg 168 HP (2 คัน) เดิมใช้ ดีเซล 2.5-3 km/l NGV 3.55 บาท/km, ดีเซล 8.37 บาท/km ประหยัด 4.82 บาท/km

ข) รถบรรทุก Isuzu 6BD1 2 km/kg 160 HP (1 คัน) เดิมใช้ ดีเซล 2.5-3 km/l NGV 4.25 บาท/km, ดีเซล 8.37 บาท/km ประหยัด 4.12 บาท/km

2.7.3.3 ผลการทดสอบ Re-powering

ตารางที่ 2-7 แสดงผลการทดสอบ Re-powering

รถทดสอบ	Isuzu Rocky 195 HP รถกึ่งพวง 2 เพลา, บรรทุก 45 ตัน, CNG Omnitek, 200 HP
ระยะทางวิ่งทดสอบ	330 km
เส้นทางทดสอบ	ไปกลับ พุทธมณฑล สาย 5 - สระบุรี
ผลการทดสอบ	
- Diesel เดิม	120 ลิตร = 3,010.80 บาท (ดีเซล = 25.09 บาท/ลิตร)
- CNG	135 kg = 1,147.50 บาท
ประหยัดได้	ประมาณ 62% (1,863.30 บาท ต่อ 330 km)

2.7.4 ผลการทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลเล็กเป็น CNG ของ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ในปี พ.ศ. 2549

ตารางที่ 2-8 แสดงผลการทดสอบ Toyota

รถทดสอบ	รถตู้ Toyota 2L-II 2500 ซีซี
ระยะทางวิ่งทดสอบ	200 km
เส้นทางทดสอบ	เดอะมอลล์งามวงศ์วาน-ปากเกร็ด
ความเร็วเฉลี่ย	50 km/ชั่วโมง
ผลการทดสอบ	
- Diesel only	38 ลิตร = 858.42 บาท (ดีเซล = 22.59 บาท/ลิตร)
- DDF	= 731.61 บาท
Diesel	29 ลิตร = 655.11 บาท
CNG	9 kg = 76.50 บาท
ประหยัดได้	ประมาณ 15% (126.81 บาท ต่อระยะทาง 200 km)

ตารางที่ 2-9 แสดงผลการทดสอบ Toyota รุ่น Sport Rider (DDF)

รถทดสอบ	Toyota Sport Rider
ระยะทางวิ่งทดสอบ	100 km (โดยประมาณ)
ความเร็วเฉลี่ย	90 km/ชั่วโมง
ผลการทดสอบ	
- Diesel only	12.1 ลิตร = 273.34 บาท (ดีเซล = 22.59 บาท/ลิตร)
- DDF	= 203.20 บาท
Diesel	6.7 ลิตร = 151.35 บาท
CNG	6.1 kg = 51.85 บาท
ประหยัดได้	ประมาณ 26% (70.14 บาท ต่อ 100 km)

ตารางที่ 2-10 แสดงผลการทดสอบ ISUZU DMAX 2500 (DDF)

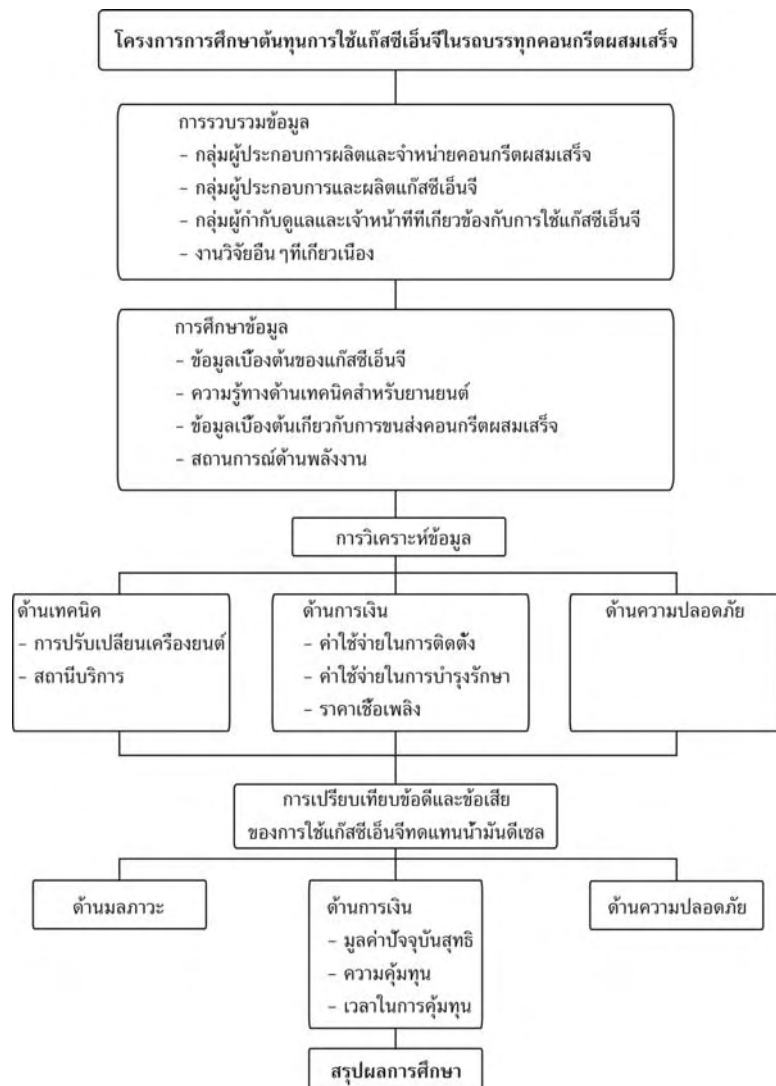
รถทดสอบ	ISUZU DMAX 2500 Turbo
ระยะทางวิ่งทดสอบ	90 km (โดยประมาณ)
ความเร็วเฉลี่ย	90 km/ชั่วโมง
ผลการทดสอบ	
- Diesel only	6.5 ลิตร = 146.84 บาท
- DDF	= 97.01 บาท
Diesel	3 ลิตร = 67.77 บาท
CNG	3.44 kg = 29.24 บาท
ประหยัดได้	ประมาณ 33.93% (55.37 บาท ต่อ 100 km)

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

ในการศึกษาวิจัยต้นทุนการใช้แก๊ส CNG ในรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จเพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อย มีประสิทธิภาพและได้ผลการวิจัยที่น่าเชื่อถือ จึงได้กำหนดวิธีการศึกษาวิจัยไว้ดังนี้

3.1 ผังวิธีการศึกษาวิจัย



ภาพที่ 3-1 แสดงผังวิธีการศึกษาวิจัย

3.2 ขั้นตอนวิธีการศึกษาวิจัย

การศึกษาต้นทุนการใช้แก๊สเอ็นจีวีในรถบรรทุกปูนซีเมนต์ มีแนวทางการทำวิจัยตามหัวข้อดังนี้

3.2.1 การรวบรวมข้อมูล ในการศึกษาต้นทุนการใช้แก๊สเอ็นจีวีในรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จ ต้องใช้ข้อมูลในหลายๆ ด้าน อาทิเช่น ข้อมูลด้านเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สเอ็นจีวี ข้อมูลทางด้านความปลอดภัย ข้อมูลทางการเงินเป็นต้น ซึ่งในส่วนของข้อมูลเหล่านี้ ได้มีหน่วยงานของทางภาครัฐและเอกชนได้ทำการติดตามและศึกษาข้อมูลอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ เช่น กรมการขนส่งทางบก กรมธุรกิจพลังงาน การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ซึ่งหน่วยงานต่างๆ นี้เป็นแหล่งข้อมูลชั้นดี เนื่องจากได้คัดกรองข้อมูลและมีวิธีการเก็บข้อมูลอย่างชัดเจนและแม่นยำ การศึกษาต้นทุนการใช้แก๊สเอ็นจีวีในรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จในครั้งนี้ได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชนิดคือ

3.2.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ คือข้อมูลที่ได้มาจากการสัมภาษณ์ และรวบรวมข้อมูลของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาต้นทุนการใช้แก๊สเอ็นจีวีในรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จเป็นข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับแก๊สเอ็นจีวีในด้านต่างๆ เช่น ราคา ระบบเครื่องยนต์ ความปลอดภัย รวมถึงข้อมูลของน้ำมันดีเซล ข้อมูลของระบบการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จ ข้อมูลทางการเงินซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถรวบรวมได้จากหน่วยงานทั้งของรัฐและเอกชน อาทิเช่น กรมธุรกิจพลังงาน กรมการขนส่งทางบก การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย บริษัทปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด เป็นต้น

3.2.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ จากข้อมูลปฐมภูมิข้างต้น ทำให้ทราบว่าในการศึกษาด้านต้นทุนการใช้แก๊สเอ็นจีวีในรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จนั้น มีความจำเป็นในการพิจารณาปัจจัยทางด้านเทคนิคการติดตั้งปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ การบำรุงรักษา ราคา และแนวโน้มราคาของทั้งแก๊สเอ็นจีวีและน้ำมันดีเซล และการพิจารณาต้นทุนโดยวิธีทางการเงินที่เหมาะสมโดยพิจารณาความคุ้มค่าทางการเงินเป็นหลัก

3.2.2 การจัดเก็บข้อมูล กลุ่มหน่วยงานที่ใช้ในการศึกษา แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

3.2.2.1 กลุ่มผู้ประกอบการผลิตและจำหน่ายปูนซีเมนต์ คือ บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน)

3.2.2.2 กลุ่มผู้ประกอบการผลิตและจำหน่ายแก๊สเอ็นจีวี คือ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

3.2.2.3 กลุ่มผู้ประกอบการปรับแต่งและติดตั้งเครื่องยนต์ สำหรับแก๊สเอ็นจีวี ได้แก่ ศูนย์บริการปรับแต่งและติดตั้งเครื่องยนต์ สำหรับแก๊สเอ็นจีวีที่ได้มาตรฐานจาก บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

3.2.2.4 กลุ่มผู้กำกับดูแลและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมการขนส่งทางบก กรมธุรกิจพลังงาน เป็นต้น

3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งเป็นประเด็นด้านต่าง ๆ ดังนี้ ด้านเทคนิค ด้านการเงิน ด้านความไวต่อเปลี่ยนแปลง ในเชิงการเงินของราคาขายปลีกน้ำมัน ดีเซล และแก๊สซีเอ็นจี

3.2.3.1 การวิเคราะห์ประเด็นด้านเทคนิค จะพิจารณาใน 3 ประเด็น คือ

ก) พิจารณาระบบการดัดแปลงหรือติดตั้งเครื่องยนต์ที่เหมาะสม
ข) พิจารณาจากความสามารถในการให้บริการ และกำลังผลิตของผู้จัดจำหน่ายแก๊สซีเอ็นจี

ค) พิจารณาด้านความปลอดภัย

การวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคนี้เป็นจุดเริ่มต้นสำคัญ ที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ทางด้านการเงินต่อไป ทั้งนี้เพราะผลจากการวิเคราะห์ด้านเทคนิคจะเป็นตัวกำหนดมูลค่าขั้นต้นทางด้านการเงิน

3.2.3.2 การวิเคราะห์ทางด้านการเงิน พิจารณาด้านความคุ้มค่าที่ผู้ประกอบการผลิตและจำหน่ายคอนกรีตผสมเสร็จ ได้รับโดยตรงจากการดัดแปลงหรือติดตั้งเครื่องยนต์สำหรับแก๊สซีเอ็นจี และพิจารณาระยะเวลาการคืนทุนจากการดัดแปลงหรือติดตั้งเครื่องยนต์ดังกล่าว

3.2.3.3 การวิเคราะห์ทางด้านการเงินมุ่งเน้นการวิเคราะห์ในแง่การใช้จ่ายต่าง ๆ และรายได้ที่สามารถประเมินเป็นตัวเลขได้ทั้งนี้เพราะผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงินที่นำไปสู่การตัดสินใจก็คือ ระยะเวลาคืนทุนและจุดคุ้มทุน

โดยหลักทางเศรษฐศาสตร์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ระยะเวลาการคืนทุน และจุดคุ้มทุน

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV) คือ ผลรวมของผลตอบแทนสุทธิที่ได้ปรับค่าของเวลาแล้ว โดยจะพิจารณาว่าโครงการดังกล่าวนี้สร้างผลกำไรหรือไม่ โครงการที่มีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธินั้นถือว่าคุ้มค่าแก่การลงทุน แต่ถ้ามีค่าต่ำกว่าศูนย์ถือว่าไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

ในการศึกษาครั้งนี้ การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิตำหนดจากค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิของแต่ละปี หักออกด้วยค่าใช้จ่ายสุทธิในการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ในปีนั้น ๆ โดยค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ของแต่ละปี (B_t) และค่าใช้จ่ายแต่ละปี (C_t) มีค่าคงเดิมทุกปี ดังสมการต่อไปนี้

$$NPV = \frac{[(B_t - C_t) \times (((1+i)^t) - 1)]}{i((1+i)^t)} - Co \quad (3-1)$$

โดยที่

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

B_t = ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิที่เกิดขึ้นในปีที่ t ที่คำนวณจากค่าใช้จ่ายของน้ำมันดีเซลที่เกิดขึ้นในปีที่ t หักออกด้วยค่าใช้จ่ายของ CNG ที่เกิดขึ้นในปีที่ t

Co = เงินลงทุนในการปรับค่าเปลี่ยนเครื่องยนต์ (บาท)

- C_t = ค่าใช้จ่ายในแต่ละปี (บาท)
 i = อัตราดอกเบี้ยต่อปี
 n = อายุของโครงการ
 t = ปีของโครงการมีค่าตั้งแต่ 1, 2, ..., n

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) คือ ระยะเวลาที่ทำให้มูลค่าเงินปัจจุบันมีค่าเท่ากับ เงินลงทุนของโครงการ (C_0) ดังสมการ

$$C_0 = (B_t - C_t) \times SPWF \quad (3-2)$$

โดย

$$\frac{((1+i)^t - 1)}{i(1+i)^t} - 1 = \text{Uniform Series Present Worth Factor (SPWF)} \quad (3-3)$$

จุดคุ้มทุน (Break-even Point) คือ จุดที่ราคาขายของ CNG ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดที่เกิดจากการใช้น้ำมันดีเซลมีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดที่เกิดจากการใช้ CNG ที่มีค่าเท่ากันเมื่อกำหนดเงื่อนไขแล้ว จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลกับราคาขายปลีก CNG ณ จุดคุ้มทุนซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{ค่าใช้จ่ายรวมของน้ำมันดีเซล} = \text{ค่าใช้จ่ายรวมของ CNG} \quad (3-4)$$

ในการวิเคราะห์ทางการเงินดังกล่าว จะพิจารณาเฉพาะกรณีทั่วไปไม่รวมค่ามลพิษในการใช้ CNG ทดแทนน้ำมันดีเซล โดยพิจารณาราคาต่อหน่วยความร้อนเชิงประสิทธิภาพที่เท่ากันในหน่วยบาทต่อเมกะจูล ดังสมการ

$$\text{ราคาเชื้อเพลิงต่อหน่วยความร้อน} = \frac{\text{ราคาขายปลีกของเชื้อเพลิง (บาทต่อลิตร)}}{\text{ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (MJ/L)}} \quad (3-5)$$

โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อหน่วยความร้อนที่เท่ากันในหน่วยของบาทต่อเมกะจูล ของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดแล้วพบว่า ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยความร้อนของเชื้อเพลิงชนิดใดต่ำกว่าการเลือกใช้เชื้อเพลิงชนิดนั้นจะเป็นกรณีที่น่าสนใจ จากนั้นจึงคำนวณหามูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายทั่วไปโดย

$$\text{ค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิง} = \text{ค่าเชื้อเพลิง} + \text{ค่าบำรุงรักษา} \quad (3-6)$$

โดยที่

$$\text{ค่าเชื้อเพลิง (บาทต่อปี)} = \text{ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง} \times \text{ราคาขายปลีกเชื้อเพลิง} \quad (3-7)$$

และ

$$\text{ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง} = \frac{\text{ระยะทางวิ่ง (กิโลเมตรต่อปี)}}{\text{อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง}} \quad (3-8)$$

ดังนั้น หากพิจารณาแบบเงินจ่ายเท่ากันรายปี (Levelized Annual Cost) จะพบว่า

$$\begin{aligned} &\text{มูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายของน้ำมันดีเซลรวมค่าดำเนินการ} \\ &= ((\text{ปริมาณเชื้อเพลิง} \times \text{ราคาเชื้อเพลิง}) + \text{ค่าบำรุงรักษา}) \times (\text{SPWF}) \quad (3-9) \end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned} &\text{มูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายของแก๊สเอ็นจีวีรวมค่าดำเนินการ} \\ &= ((\text{ปริมาณเชื้อเพลิง} \times \text{ราคาเชื้อเพลิง}) + \text{ค่าบำรุงรักษา}) \times (\text{SPWF}) + \\ &\quad (\text{ค่าตัดแปลงหรือติดตั้งเครื่องยนต์} \times \text{CRF}) \quad (3-10) \end{aligned}$$

หากมูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายของน้ำมันดีเซล สูงกว่า มูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายของแก๊สเอ็นจีวีแสดงว่าการใช้แก๊สเอ็นจีวีมีความเหมาะสมกว่า แต่หากมูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายของน้ำมันดีเซล ต่ำกว่า มูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายของแก๊สเอ็นจีวี ควรที่จะคำนวณจุดคุ้มทุนเพื่อแสดงราคาขายปลีกแก๊สเอ็นจีวีที่ควรจะเป็นจากสมการ

$$\begin{aligned} \text{มูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่าย} &= \text{มูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่าย} \\ \text{ของน้ำมันดีเซล} &\quad \text{ของแก๊สเอ็นจีวี} \end{aligned} \quad (3-11)$$

3.2.4 การวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงทางการเงินจะพิจารณา 2 กรณี คือ

3.2.4.1 พิจารณาเมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 5, 10, 15, 20

3.2.4.2 พิจารณาเมื่อราคาแก๊สเอ็นจีวี มีสัดส่วนร้อยละ 35, 40, 45, 50, 55, 60 และ 65 ของราคาน้ำมันดีเซล

โดยผลจากการวิเคราะห์ที่ได้ จะนำไปเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ทางการเงินข้างต้น ได้แก่ เงินที่จ่ายรายปีของน้ำมันดีเซลและแก๊สเอ็นจีวีในปริมาณที่เทียบเท่ากัน มูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่าย และค่าใช้จ่ายต่อกิโลเมตรที่ประหยัดได้ อีกทั้งระยะเวลาคืนทุน

3.2.5 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการใช้แก๊สเอ็นจีวีทดแทนน้ำมันดีเซล ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบโดยยึดที่ผลการคุ้มทุนทางการเงินเป็นสำคัญ

บทที่ 4

การวิเคราะห์ทางการเงิน

ในการวิเคราะห์ทางการเงินของการใช้ CNG เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซลนั้น ได้ตั้งสมมติฐานด้านต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1. กำหนดราคาของน้ำมันดีเซลเท่ากับ 30.34 บาทต่อลิตร และกำหนดราคาของแก๊ส CNG เท่ากับ 8.50 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นราคา ณ วันที่ 15 ตุลาคม 2551
2. อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง เท่ากับ 4.8 กิโลเมตรต่อลิตร เป็นค่าเฉลี่ยซึ่งคำนวณได้จากระยะทางที่วิ่งในระยะเวลา 1 ปีต่อปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ โดยทาง บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด ได้เก็บข้อมูลระยะทางวิ่งเป็นรายวันของรถแต่ละคัน และปริมาณน้ำมันที่ใช้เป็นรายเดือนไว้ด้วย
3. ซากของรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จที่มีอายุการใช้งาน 10 ปีนั้น มีราคาซื้อขายในท้องตลาดอยู่ที่ 450,000 บาท โดยราคาดังกล่าวได้จากการเก็บข้อมูลจากผู้ประกอบการขนส่ง
4. อัตราเงินเฟ้อที่ประกาศโดยธนาคารแห่งประเทศไทย ณ วันที่ 19 เมษายน 2552 นั้น มีดังนี้
5. กำหนดระยะเวลาค้ำทุนที่ 10 ปี

ตารางที่ 4-1 แสดงอัตราเงินเฟ้อ ณ วันที่ 19 เมษายน 2552

ร้อยละ	2551	2552	2553
อัตราเงินเฟ้อพื้นฐาน	2.4	0.0 – 1.0 (0.5 – 1.5)	0.0 – 1.5 (1.0 – 2.0)

ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย (2552)

ซึ่งแสดงอัตราเงินเฟ้อในช่วงเวลาสั้น ๆ เพียง 3 ปี ดังนั้นจึงนำค่าอัตราเงินเฟ้อในอดีตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 ถึง 2552 มาหาแนวโน้มอัตราเงินเฟ้อในระยะ 10 ปีข้างหน้า พบว่าแนวโน้มของอัตราเงินเฟ้อมี ดังนี้

4.2 ราคาเชื้อเพลิงต่อหน่วยความร้อน

การใช้ CNG ทดแทนน้ำมันดีเซลนั้น จะพิจารณาราคาต่อหน่วยความร้อนเชิงประสิทธิภาพที่เท่ากันในหน่วยบาทต่อบีทียู โดยคำนวณจาก

$$\text{ราคาขายปลีกน้ำมันเชื้อเพลิงต่อหน่วยความร้อน} = \frac{\text{ราคาขายปลีกของเชื้อเพลิง}}{\text{ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง}} \quad (4-1)$$

ตารางที่ 4-3 แสดงค่าความร้อนของน้ำมันดีเซลและแก๊สซีเอ็นจี

	ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (ปตท.)	ราคาขายปลีกเชื้อเพลิง ณ วันที่ 15 ตุลาคม 2551	ราคาเชื้อเพลิงต่อ MJ
ดีเซล	38.82 MJ/Lit	30.34 บาท/ลิตร	0.78 บาท
เอ็นจีวี	45.06 MJ/kg	8.50 บาท/kg	0.19 บาท

จากผลการเปรียบเทียบราคาเชื้อเพลิงต่อหน่วยความร้อนที่เท่ากันในหน่วย บาทต่อเมกะจูล พบว่าราคาขายปลีกของน้ำมันดีเซลต่อหน่วยความร้อนสูงกว่าแก๊สซีเอ็นจี ดังนั้นการศึกษการใช้แก๊สซีเอ็นจีทดแทนน้ำมันดีเซลจึงเป็นกรณีที่น่าสนใจ

และหากเปรียบเทียบค่าความร้อนของเชื้อเพลิงต่อหน่วยในการซื้อขาย จะพบว่าค่าความร้อนของแก๊สซีเอ็นจี สูงกว่าน้ำมันดีเซล 1.16 เท่า หมายความว่าสามารถใช้แก๊สซีเอ็นจีเพียง 0.85 kg เพื่อทดแทนน้ำมันดีเซล 1 ลิตร นั่นคือใช้แก๊สซีเอ็นจีมูลค่า 7.32 บาท ทดแทนน้ำมันดีเซลมูลค่า 30.34 บาทได้

4.3 ข้อมูลสถานีบริการก๊าซธรรมชาติที่เปิดบริการแล้ว ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

มีจำนวนทั้งสิ้น 131 แห่ง โดยแยกตามรายจังหวัดได้ดังนี้ (บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), 2551)

1. กรุงเทพมหานคร จำนวน 90 แห่ง
2. ฉะเชิงเทรา จำนวน 2 แห่ง
3. นนทบุรี จำนวน 7 แห่ง
4. นครปฐม จำนวน 4 แห่ง
5. นครนายก จำนวน 1 แห่ง
6. ปทุมธานี จำนวน 13 แห่ง
7. สมุทรปราการ จำนวน 11 แห่ง
8. สมุทรสาคร จำนวน 3 แห่ง

4.4 ข้อมูลหน่วยผลิตคอนกรีตผสมเสร็จในเขตกรุงเทพมหานคร (อินทรีคอนกรีต, 2551)

ตารางที่ 4-4 แสดงข้อมูลหน่วยผลิตคอนกรีตผสมเสร็จในเขตกรุงเทพมหานคร

ลำดับ	หน่วยผลิต	ที่ตั้ง	จำนวนรถ (คัน)	จำนวนเที่ยว (เฉลี่ย/วัน)
กรุงเทพฯ กลางเมือง				
1	หน่วยผลิต ยานนาวา	109/2 ตรอกนอกเขต บางโพธิ์ ยานนาวา กรุงเทพฯ	8	16
2	หน่วยผลิต รามอินทรา-ทางด่วน	1/1 ถ.วัชรพล ทำแรัง บางเขน กรุงเทพฯ	8	16
3	หน่วยผลิต รามอินทรา 3	51/13 ม.7 ถ.รามอินทรา กม.9 คันนายาว บึงกุ่ม กรุงเทพฯ	8	15
4	หน่วยผลิต รัชดา 2	3873/4 ถ.พระราม 3 บางโคล่ บางคอแหลม กรุงเทพฯ	4	12
5	หน่วยผลิต พระราม 9	287 ถ.พระราม 9 ซ.11 บางกะปิ ห้วยขวาง กรุงเทพฯ	8	16
6	หน่วยผลิต อโศก 6	63/5 ถ.พระราม 9 ซ. 5 ห้วยขวาง กรุงเทพฯ	6	18
7	หน่วยผลิต อโศก 7	63/5 ถ.พระราม 9 ซ. 5 ห้วยขวาง กรุงเทพฯ	6	18
กรุงเทพฯ เหนือ				
9	หน่วยผลิต คูคต	69/1 ต.คูคต อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี	8	16
10	หน่วยผลิต ธัญบุรี คลอง 7	201/10 ม.4 ต.รังสิต อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี	8	16
11	หน่วยผลิต ลำลูกกา	57/3 ต.บึงคำพร้อย อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี	8	20
12	หน่วยผลิต นวนคร	68/100 ม.10 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี	11	44
13	หน่วยผลิต วังน้อย	234 ม.4 ต.ลำไทร อ.วังน้อย จ.พระนครศรีอยุธยา	12	30
14	หน่วยผลิต สวนหลวง	3401/1 ถ.พระราม 9 สวนหลวง กรุงเทพฯ	4	4

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ลำดับ	หน่วยผลิต	ที่ตั้ง	จำนวนรถ (คัน)	จำนวนเที่ยว (เฉลี่ย/วัน)
กรุงเทพฯ ตะวันออก				
15	หน่วยผลิต บางนา 2	42/3 ซ.อนุรัตน์ ถ.บางนา- ตราด กม.4.5 บางนา กรุงเทพฯ	8	20
16	หน่วยผลิต บางบ่อ	217 ม.4 อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	10	25
17	หน่วยผลิต กิ่งแก้ว	12/1 ม.5 ถ.กิ่งแก้ว ต.ราชเทวะ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	7	21
18	หน่วยผลิต บางปู	780 ม.2 ต.บางปูใหม่ อ.เมือง สมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ	5	20
19	หน่วยผลิต เทพารักษ์	2161 ม.6 ถ.เทพารักษ์ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ	5	20
20	หน่วยผลิต บางเสาธง	104/7 ม.1 ต.บางเสาธง อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	10	20
21	หน่วยผลิต วงแหวนใต้ 1	48/6 ม.5 ต.บางเมือง อ.เมือง จ.สมุทรปราการ	4	9
22	หน่วยผลิต วงแหวนใต้ 2	83 ม.1 ต.บางเมืองใหม่ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ	4	8
23	หน่วยผลิต ฉะเชิงเทรา	6/1/1 ม.1 ต.คลองอุดมชลจร อ.เมืองฉะเชิงเทรา จ.ฉะเชิงเทรา	8	16
24	หน่วยผลิต ประเวศ	114/10 ม.2 ประเวศ กรุงเทพฯ	4	8
25	หน่วยผลิต ลาดกระบัง	48/1 ม.7 ลำปลาทิว ลาดกระบัง กรุงเทพฯ	5	10

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ลำดับ	หน่วยผลิต	ที่ตั้ง	จำนวนรถ (คัน)	จำนวนเที่ยว (เฉลี่ย/วัน)
กรุงเทพฯ ตะวันตก				
26	หน่วยผลิต บางใหญ่ 1	336 ม.3 ถ.บางกรวย-ไทรน้อย อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี	8	20
27	หน่วยผลิต มหาชัย	89/3 ม.1 ถ.พระราม 2 ต.คอกกระบือ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร	8	32
28	หน่วยผลิต ราษฎร์บูรณะ 2	29/4 ม.1 ถ.ราษฎร์บูรณะ ราษฎร์บูรณะ กรุงเทพฯ	7	20
29	หน่วยผลิต ติวานนท์	15 ม.5 ถ.ติวานนท์ ต.บางกะดี อ.เมือง จ.ปทุมธานี	6	18
30	หน่วยผลิต บางบัวทอง	55/4 ม.11 ถ.บางกรวย- ไทรน้อย อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี	4	8
31	หน่วยผลิต บางขุนเทียน	29/306 ม.1 แสมดำ บางขุนเทียน กรุงเทพฯ	8	25
32	หน่วยผลิต บางกรวย	136/3 ม.1 ต.บางขุนกอง อ.บางกรวย จ.นนทบุรี	8	28
33	หน่วยผลิต ปากเกร็ด	27/15 ม.5 ต.คลองข่อย อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี	8	24
34	หน่วยผลิต แจ้งวัฒนะ	126 ม.3 ทุ่งสองห้อง หลักสี่ กรุงเทพฯ	8	20
35	หน่วยผลิต พุทธมณฑล	50/6 ม.1 ต.บางเตย อ.สามพราน จ.นครปฐม	7	30
รวมทั้งหมด			241	643

จากการเก็บข้อมูล พบว่ามีหน่วยผลิตทั้งหมด 35 แห่ง มีจำนวนรถทั้งหมด 241 คัน ขนส่ง
คอนกรีตประมาณ 2.67 เที่ยวต่อวันต่อคัน และขนส่งในระยะไม่เกิน 15 กิโลเมตร
เป็นระยะทาง (ไป-กลับ) รวมประมาณ $(20 \times 2.67) = 66.75$ กิโลเมตรต่อวันต่อคัน
รวมระยะวิ่งต่อปี ประมาณ 24,363.75 กิโลเมตรต่อคัน

4.5 ต้นทุนการติดตั้งปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์แบบต่าง ๆ

ต้นทุนการติดตั้งปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์เป็นหัวใจหลักในการวิเคราะห์ทางการเงิน โดยต้นทุนการติดตั้งปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์นั้นมีความละเอียดอ่อนอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างของยี่ห้อ รุ่น และอายุของรถเป็นตัวแปรที่ทำให้ต้นทุนในด้านต่างๆ มีความแตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามในการศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจต้นทุนด้านต่างๆ จากผู้ให้บริการและเจ้าของรถเพื่อกำหนดให้เป็นราคากลางของการติดตั้งปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์แบบต่างๆ องค์ประกอบของต้นทุนในการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ ประกอบด้วย ต้นทุนเกิดขึ้นตามระยะทางหรือระยะเวลา ต้นทุนจากการซ่อมบำรุงหนัก และต้นทุนแฝงที่เกิดจากการดำเนินการ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.1 ราคาค่าติดตั้งปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์

ในปัจจุบันนี้ เทคโนโลยีในการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์มี 3 ระบบด้วยกัน คือ

1. ระบบเชื้อเพลิงร่วม (Diesel Dual Fuel : DDF)
2. ระบบ CNG โดยการดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลเดิม (Dedicate Retrofit)
3. ระบบ CNG โดยการเปลี่ยนเครื่องยนต์ดีเซลเดิมออก (Re-Powering)

แต่จากการสำรวจข้อมูลในขณะนี้ พบว่าไม่มีศูนย์บริการติดตั้งใดในประเทศไทยรับปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ระบบ Re-Powering เนื่องจากไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากเงื่อนไขด้านราคาเป็นสำคัญ

ตารางที่ 4-5 แสดงราคาค่าปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ (สำหรับถังขนาด 145 ลิตร จำนวน 4 ถัง)

ศูนย์บริการติดตั้งปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์	Diesel Dual Fuel (บาท)	Dedicate Retrofit (บาท)
บริษัท สระบุรี ทรัค เซลส์ จำกัด	600,000	-
บริษัท เอส. โอ. 2002 (ประเทศไทย) จำกัด	251,000	495,000
บริษัท วีอาร์พี เอ็นจิเนียริง แอนด์เทรคดิง จำกัด	-	382,000
บริษัท ซุปเปอร์เซ็นทรัลแก๊ส จำกัด	280,000	514,000
บริษัท ทาคูนิ(ประเทศไทย) จำกัด	175,000	-
บริษัท สแกนอินเตอร์ จำกัด	246,000	495,000
บริษัท สเทรตไฟน์ จำกัด(ศรีราชา)	190,000	-
ราคาเฉลี่ย	241,750	495,000

4.5.2 ค่าประกันภัย จากประกาศกรมการประกันภัย พบว่า ประเภทของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่ใช้ในรถยนต์ไม่มีผลต่อเบี้ยประกันภัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (กรมประกันภัย, 2552)

ประกาศกรมการประกันภัย

1. การกำหนดอัตราเบี้ยประกันภัยรถยนต์ มีปัจจัยที่นำมาใช้ในการกำหนดอัตราเบี้ยประกันภัย ได้แก่ ประเภทรถ ลักษณะการใช้รถ อายุรถยนต์ อายุผู้ขับขี่ (กรณีกรมธรรม์ระบุชื่อผู้ขับขี่) จำนวนเงินเอาประกันภัย กลุ่มรถยนต์ และอุปกรณ์เพิ่มพิเศษ (ถ้ามี) ไม่ได้นำปัจจัยในเรื่องการติดตั้งระบบก๊าซ NGV และ LPG มาใช้ในการกำหนดอัตราเบี้ยประกันภัย

2. การติดตั้งระบบก๊าซ NGV และ LPG สำหรับการประกันภัยรถภาคสมัครใจประเภท 1 จะมีผลให้จำนวนเงินเอาประกันภัยตัวรถเพิ่มขึ้น เนื่องจากการประกันภัยประเภท 1 จะให้ความคุ้มครองรวมถึงอุปกรณ์ เครื่องตกแต่ง หรือสิ่งที่ติดประจำอยู่กับตัวรถยนต์ ฉะนั้น ในการกำหนดจำนวนเบี้ยประกันภัย จะต้องคิดรวมมูลค่าของอุปกรณ์ที่ติดตั้งดังกล่าวไว้ในจำนวนเงินเอาประกันภัยตัวรถด้วย

3. หากมีการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับระบบก๊าซ NGV และ LPG เจ้าของรถ มีหน้าที่ต้องแจ้งให้บริษัททราบ เนื่องจากหากเจ้าของรถไม่ได้แจ้งการติดตั้งอุปกรณ์หลังจากการ รับประกันภัยแล้ว หากเกิดเหตุและรถคันเอาประกันภัยเป็นฝ่ายผิด ความคุ้มครองที่จะได้รับการประกันภัยอาจไม่สมบูรณ์ ดังนี้

3.1 หากรถคันเอาประกันภัยเสียหายสิ้นเชิง บริษัทจะจ่ายค่าสินไหมทดแทนตามจำนวนเงินเอาประกันภัยที่ทำไว้เท่านั้น นั่นคือ จำนวนเงินที่ยังไม่รวมมูลค่าอุปกรณ์ของระบบก๊าซที่ติดตั้งเพิ่มเติม

3.2 หากอุปกรณ์ติดตั้งระบบก๊าซดังกล่าวได้รับความเสียหายจะไม่ได้รับความคุ้มครอง ทั้งนี้ ในกรณีที่มีการติดตั้งระบบก๊าซดังกล่าวก่อนการรับประกันภัย ซึ่งโดยหลักปฏิบัติแล้ว ถือว่า อุปกรณ์ที่ติดตั้งขึ้นมา เป็นส่วนหนึ่งของตัวรถคันเอาประกันภัยอยู่แล้ว ในการประกันภัยประเภท 1 เมื่อเกิดเหตุ บริษัทจะต้องให้ความคุ้มครองตามเงื่อนไขกรมธรรม์ประกันภัย ไม่ว่าจะเป็นความเสียหายต่อบุคคลภายนอก และความเสียหายต่อตัวรถคันเอาประกันภัย ซึ่งรวมถึงความเสียหายและสูญหายของอุปกรณ์ที่ติดตั้งเพิ่มเติมด้วย

4.5.3 ค่าภาษีป้ายรถยนต์ประจำปีรัฐบาลมีนโยบายด้านต่างๆ ในการสนับสนุนการใช้แก๊สซีเอ็นจีนโยบายในเรื่องภาษีป้ายรถยนต์ประจำปีมีดังนี้ (บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), 2552)

4.5.3.1 รถยนต์ที่ใช้ CNG เป็นเชื้อเพลิงร่วม (Diesel Dual Fuel) และเชื้อเพลิงสลับ (Bi-Fuel) ลดหย่อนเหลือ 25% ของอัตราปกติ (ไม่มีกำหนด)

4.5.3.2 รถยนต์ที่ใช้ CNG เป็นเชื้อเพลิงอย่างเดียว (Dedicated/Re-powering) ลดหย่อนเหลือ 50% ของอัตราปกติ (ไม่มีกำหนด)

4.5.4 ค่าเชื้อเพลิง เป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาทางการเงินที่ขาดไปเสียไม่ได้ ค่าเชื้อเพลิงนั้นขึ้นอยู่กับระยะทางที่วิ่งกับอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง โดยที่ค่าเชื้อเพลิงของน้ำมันดีเซล (บาทต่อปี) คำนวณจาก

$$\text{ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง(ลิตร/ปี)} \times \text{ราคาขายปลีกน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ลิตร)} \quad (4-2)$$

$$\text{ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (ลิตร/ปี)} = \frac{\text{ระยะทางวิ่ง (กิโลเมตร/ปี)}}{\text{อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (กิโลเมตร/ลิตร)}} \quad (4-3)$$

4.5.4.1 ระบบ Diesel Dual Fuel ในการเติมแก๊สหนึ่งครั้งวิ่งได้ระยะทางประมาณ 400 กิโลเมตร ฉะนั้นต้องเติมแก๊สทั้งหมด $(34,363.75 / 400) = 85.91$ ครั้ง ระยะทางจากสถานีบริการก๊าซธรรมชาติที่ใกล้ที่สุดไปยังหน่วยผลิตทุกๆ จุด อยู่ในระยะไม่เกิน 10 กิโลเมตร

เป็นระยะทาง (ไป-กลับ) เพื่อการเติมแก๊ส $(85.91 \times 20) = 1,718.20$ กิโลเมตร

ต้องเติมแก๊สทั้งหมด $(1,718.20 / 400) = 4.30$ ครั้ง

เป็นระยะทาง (ไป-กลับ) เพื่อการเติมแก๊ส $(4.30 \times 20) = 86$ กิโลเมตร

ต้องเติมแก๊สทั้งหมด $(86 / 400) = 0.22$ ครั้ง

เป็นระยะทาง (ไป-กลับ) เพื่อการเติมแก๊ส $(0.22 \times 20) = 4.4$ กิโลเมตร

รวมระยะทางที่ใช้ในการเติมแก๊สทั้งหมดประมาณ 26,172.35 กิโลเมตร

4.5.4.2 ระบบ Dedicate Retrofit ในการเติมแก๊สหนึ่งครั้งวิ่งได้ระยะทางประมาณ 250 กิโลเมตร ฉะนั้นต้องเติมแก๊สทั้งหมด $(34,363.75 / 250) = 97.46$ ครั้ง ระยะทางจากสถานีบริการก๊าซธรรมชาติที่ใกล้ที่สุดไปยังหน่วยผลิตทุกๆ จุด อยู่ในระยะไม่เกิน 10 กิโลเมตร

เป็นระยะทาง (ไป-กลับ) เพื่อการเติมแก๊ส $(97.46 \times 20) = 1,949.20$ กิโลเมตร

ต้องเติมแก๊สทั้งหมด $(1,949.20 / 250) = 7.80$ ครั้ง

เป็นระยะทาง (ไป-กลับ) เพื่อการเติมแก๊ส $(7.80 \times 20) = 156$ กิโลเมตร

ต้องเติมแก๊สทั้งหมด $(156 / 250) = 0.62$ ครั้ง

เป็นระยะทาง (ไป-กลับ) เพื่อการเติมแก๊ส $(0.62 \times 20) = 12.4$ กิโลเมตร

รวมระยะทางที่ใช้ในการเติมแก๊สทั้งหมดประมาณ 26,481.35 กิโลเมตร

ตารางที่ 4-6 แสดงระยะทางที่ใช้วิ่งต่อปี

	อัตราการใช้ ดีเซล	อัตราการใช้ เอ็นจีวี	จำนวนครั้ง ในการเติม เอ็นจีวี	ระยะทาง ในการเติม เอ็นจีวี	ระยะทาง (ประมาณ) กิโลเมตร
Diesel Dual Fuel	60	40	91	1,820	26,200
Dedicate Retrofit	-	100	106	2,120	26,500

$$\text{ดังนั้น ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (ลิตร/ปี)} = \frac{24,363.75 \text{ กิโลเมตร/ปี}}{4.8 \text{ กิโลเมตร/ลิตร}} = 5,075.78 \text{ ลิตร/ปี}$$

ตารางที่ 4-7 แสดงค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อปี

	ปริมาณ ดีเซล (ลิตร)	ปริมาณ ซีเอ็นจี (kg)	มูลค่าน้ำมัน ดีเซล	มูลค่าเอ็นจีวี	ค่าเชื้อเพลิง ทั้งสิ้น
Diesel	5,075.78	-	153,999.17	-	153,999.17
Diesel Dual Fuel	3,045.47	2,030.31	92,399.56	17,257.64	109,657.20
Dedicate Retrofit	-	4,314.41	-	36,672.49	36,672.49

4.5.5 ค่าบำรุงรักษาเครื่องยนต์ นับว่าเป็นต้นทุนที่มีความซับซ้อนในการคำนวณมากที่สุด เนื่องจากค่าซ่อมบำรุงจะขึ้นอยู่กับ ลักษณะการใช้งาน และทักษะความชำนาญของพนักงานขับรถ โดยปกติแล้วค่าซ่อมบำรุงจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ การซ่อมบำรุงตามระยะ ค่ายารถบรรทุก และการซ่อมบำรุงหนัก

4.5.5.1 การซ่อมบำรุงตามระยะ เป็นต้นทุนค่าซ่อมบำรุงที่สามารถประมาณการได้ง่ายที่สุด เนื่องจากจะมีสมุดคู่มือประจำรถ ที่จะให้ข้อมูลว่าแต่ละระยะทางการวิ่งจะต้องเปลี่ยน น้ำมันเครื่อง และระบบหล่อลื่นอื่นๆ อย่างไร ซึ่งสามารถคำนวณได้ว่าการนำรถบรรทุกเข้าศูนย์ ของแต่ละระยะทางจะมีต้นทุนเท่าใด และโดยส่วนมากเวลาในการซ่อมบำรุงตามระยะนี้ก็จะสามารถเสร็จได้ในวันเดียว จึงสามารถวางแผนการนำรถเข้าซ่อมได้โดยไม่กระทบกับแผนการขนส่ง

ตารางที่ 4-8 แสดงการซ่อมบำรุงตามระยะ (สำนักงานนโยบายและวางแผนพลังงาน, 2552)

ชิ้นส่วนอุปกรณ์	ระยะเวลา
- รักษาระบบการจุดระเบิด (IGNITION SYSTEM)	ให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ (ดูตารางการซ่อมบำรุงจาก คู่มือการใช้รถของท่าน)
- เปลี่ยนน้ำมันเครื่อง	ตามระยะเวลา 20,000 กิโลเมตร
- เปลี่ยนกรองอากาศ	ทุก 20,000-30,000 กิโลเมตร หรือตามความจำเป็น
- ทำความสะอาดกรองอากาศ	ทุก ๆ อาทิตย์
- เปลี่ยนกรองก๊าซ NGV	ทุก 40,000 กิโลเมตร หรือทุก 1 ปี
- เปลี่ยนหัวเทียน	ทุก ๆ 30,000 กิโลเมตร
- ตรวจสอบข้อต่อและอุปกรณ์ NGV (ยกเว้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า)	ด้วยน้ำสบู่ทุก ๆ เดือน
- ทำการใช้ระบบเชื้อเพลิง	อย่างน้อย 10 กิโลเมตร/วัน
- ตรวจสอบตั้งค่าการทำงานในระบบเชื้อเพลิง NGV	เมื่อมีการซ่อมแซมเครื่องยนต์ใหม่
- การตรวจสอบถังบรรจุเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ NGV	ต้องทำการตรวจและรับรอง ทุก ๆ 5 ปี

ในการซ่อมบำรุงตามระยะแต่ละครั้งมีค่าใช้จ่ายประมาณครั้งละ 6,000 บาท ข้อมูลจาก สำนักความปลอดภัยธุรกิจก๊าซธรรมชาติพบว่าค่าบำรุงรักษาเครื่องยนต์ที่ติดตั้งอุปกรณ์ CNG ที่เป็นเครื่องยนต์ดีเซลจะเพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 10%

4.5.5.2 ค่ายางรถบรรทุก รถที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ นั้นค่ายางรถบรรทุกไม่มีความแตกต่างกัน

4.5.5.3 การซ่อมบำรุงหนัก ที่เกิดจากความสึกหรอของเครื่องยนต์ นับเป็นต้นทุนที่ประมาณการได้ยากที่สุด เนื่องจากไม่ได้ถูกบรรจุไว้ในคู่มือประจำรถ

ในเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สการสึกหรอใกล้เคียงกับระบบน้ำมัน โดยที่ถ้าผู้ใช้แก๊สสลับกับการใช้แก๊สกับน้ำมันใน 1 วัน โดยควรวิ่งน้ำมันประมาณ 10-20% เมื่อใช้แก๊สธรรมชาติแทนน้ำมัน บำวาล์วจะมีการสึกหรอเร็วกว่า เนื่องจากการเผาไหม้ของแก๊สธรรมชาติเกิดเขม่าน้อยกว่าจึงไม่มีเขม่าช่วยรองรับการสึกหรอของบ่าวาล์ว โดยจะสึกหรอเร็วกว่าประมาณเกือบสองเท่าผลของการสึกหรอของบ่าวาล์วจะทำให้ระยะห่างของก้านวาล์วลดลงเร็วกว่าปกติ จึงต้องปรับตั้งระยะห่างก้านวาล์วบ่อยกว่าปกติสองเท่า คือ ปรับตั้งระยะห่างดังกล่าวทุก 40,000 กิโลเมตร แทนที่จะเป็นทุก 80,000 กิโลเมตร อายุของบ่าวาล์วแทนที่จะเป็น 400,000 กิโลเมตร ก็เหลือ 200,000 กิโลเมตร โดยค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนบ่าวาล์วอยู่ที่ 40,000 บาท คิดเป็นค่าสึกหรอ 20 สตางค์ต่อกิโลเมตร ในส่วนของบ่าวาล์ว การสึกหรอของบ่าวาล์วไม่ได้มีผลต่อสมรรถนะเครื่องยนต์ และเป็นการสึกหรอที่ต้องเกิดอยู่แล้วแต่อาจจะเร็วขึ้นถึงสองเท่าหากใช้รูปแบบไม่ถนอม

ตารางที่ 4-9 แสดงราคาซ่อมบำรุงตามระยะปีที่ 1

ศูนย์บริการติดตั้งปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์	Diesel Dual Fuel (บาท)	Dedicate Retrofit (บาท)	Diesel Fuel (บาท)
บริษัท สระบุรี ทรัค เซลส์ จำกัด	15,000	15,000	14000
บริษัท เอส. โอ. 2002 (ประเทศไทย) จำกัด	20,000	20,000	16000
บริษัท วีอาร์พี เอ็นจิเนียริง แอนด์เทรดดิง จำกัด	-	-	-
บริษัท ซุปเปอร์เซ็นทรัลแก๊ส จำกัด	10,000	10,000	15000
บริษัท ทาคูนิ (ประเทศไทย) จำกัด	10,000	10,000	9000
บริษัท สแกนอินเตอร์ จำกัด	10,000	10,000	8000
บริษัท สเทรตไฟน์ จำกัด (ศรีราชา)	10,000	10,000	8000
ราคาเฉลี่ย	11,250	11,250	13600

ตารางที่ 4-10 แสดงราคาซ่อมบำรุงตามระยะปีที่ 2-10

ศูนย์บริการติดตั้งปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์	Diesel Dual Fuel (บาท)	Dedicate Retrofit (บาท)	Diesel Fuel (บาท)
บริษัท สรรบุรี ทรัค เซลส์ จำกัด	15,000	20,000	14000
บริษัท เอส. โอ. 2002 (ประเทศไทย) จำกัด	15,000	20,000	13000
บริษัท วีอาร์พี เอ็นจิเนียริง แอนด์เทรตติ้ง จำกัด	-	-	-
บริษัท ซุปเปอร์เซ็นทรัลแก๊ส จำกัด	20,000	25,000	16000
บริษัท ทาคูนิ (ประเทศไทย) จำกัด	20,000	25,000	16000
บริษัท สแกนอินเตอร์ จำกัด	15,000	10,000	13000
บริษัท สเทรตไพน์ จำกัด (ศรีราชา)	10,000	15,000	10000
ราคาเฉลี่ย	15,000	21,250	14000

ในการวิเคราะห์ทางการเงินของการใช้ CNG เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซล พิจารณาด้านความคุ้มค่าที่ผู้ประกอบการผลิตและจำหน่ายปูนซีเมนต์ได้รับ

4.6 การวิเคราะห์ทางการเงินเป็นกรณีทั่วไปโดยไม่รวมค่ามลพิษ

4.6.1 พิจารณาด้านความคุ้มค่าที่ผู้ประกอบการผลิตและจำหน่ายปูนซีเมนต์ได้รับ

4.6.1.1 มูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่าย

มูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายของน้ำมันดีเซลรวมค่าดำเนินการ

$$\begin{aligned}
 &= ((\text{ปริมาณเชื้อเพลิง} \times \text{ราคาเชื้อเพลิง}) + \text{ค่าบำรุงรักษา}) \times \text{SPWF} \\
 &= ((5,075.78 \times 30.34) + 11,250) \times \text{SPWF} \\
 &= 165,249.17 \times \text{SPWF}
 \end{aligned}$$

4.6.1.2 การพิจารณาการวิเคราะห์ค่าทางการเงินแบบเงินจ่ายเท่ากันรายปี (Levelized Annual Cost) ของกรณีนี้

$$\text{เงินจ่ายเท่ากันรายปี} = (\text{ปริมาณเชื้อเพลิง} \times \text{ราคาเชื้อเพลิง}) + \text{ค่าบำรุงรักษา} \quad (4-4)$$

โดย ค่าใช้จ่ายของซีเอ็นจี คำนวณจาก

$$\text{ค่าใช้จ่ายของซีเอ็นจี} = \text{ค่าเชื้อเพลิง} + \text{ค่าดัดแปลงเครื่องยนต์} + \text{ค่าบำรุงรักษา} \quad (4-5)$$

ตารางที่ 4-11 แสดงมูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายซีเอ็นจี ปีที่ 1

Diesel Dual Fuel	$((109,657.20 + 11,250) \times \text{SPWF}) + 241,750$	$(120,907.20 \times \text{SPWF}) + 241,750$
Dedicate Retrofit	$((36,672.49 + 11,250) \times \text{SPWF}) + 495,000$	$(47,922.49 \times \text{SPWF}) + 495,000$

ตารางที่ 4-12 แสดงมูลค่าเงินปัจจุบันของค่าใช้จ่ายซีเอ็นจี ปีที่ 2-10

Diesel Dual Fuel	$((109,657.20 + 15,000) \times \text{SPWF}) + 241,750$	$(124,657.20 \times \text{SPWF}) + 241,750$
Dedicate Retrofit	$((36,672.49 + 21,250) \times \text{SPWF}) + 495,000$	$(57,922.49 \times \text{SPWF}) + 495,000$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน คำนวณจาก } (Bt - Ct) \times \text{SPWF} = Co \quad (4-6)$$

4.7 การวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงทางการเงิน

การวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงทางการเงินของราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลและแก๊สซีเอ็นจี มีหลักเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

1. เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้นและลดลง ร้อยละ 5, 10, 15 และ 20
2. เมื่อราคาเอ็นจีวี เป็นสัดส่วนร้อยละ 35, 40, 45, 50, 55, 60 และ 65

ทั้งนี้กำหนดให้อ้างอิงราคา ณ วันที่ 15 ตุลาคม 2551

โดย ราคาน้ำมันดีเซล 30.34 บาทต่อลิตร และราคาเอ็นจีวี 8.50 บาทต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 4-13 แสดงราคา Diesel และ CNG ที่พิจารณา

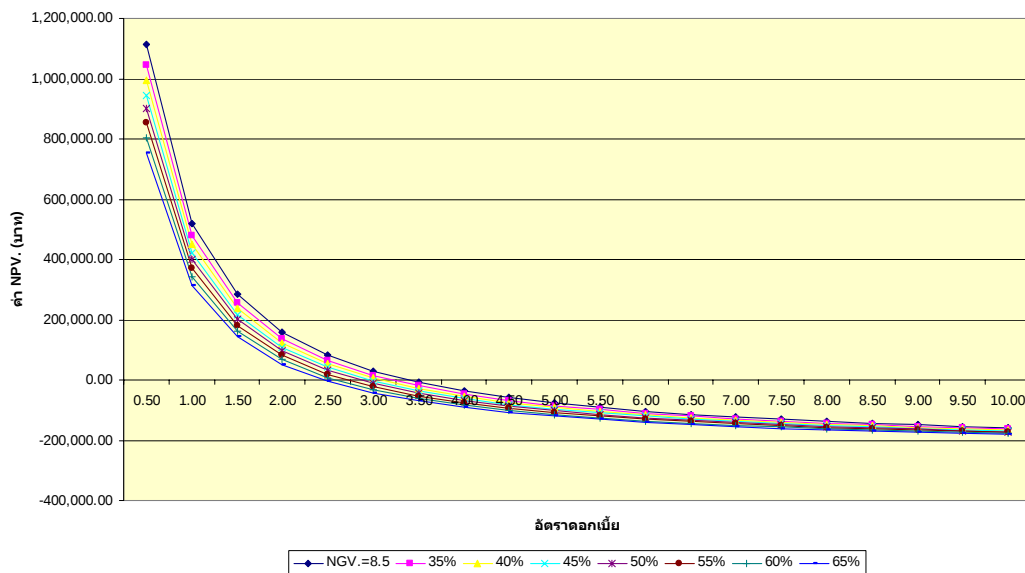
ราคา Diesel		ราคา CNG							
			35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
	30.34	8.50	10.62	12.14	13.65	15.17	16.69	18.20	19.72
-5%	29.20	8.50	10.22	11.68	13.14	14.60	16.06	17.52	18.98
-10%	27.67	8.50	9.68	11.07	12.45	13.84	15.22	16.60	17.99
-15%	26.13	8.50	9.15	10.45	11.76	13.07	14.37	15.68	16.98
-20%	24.60	8.50	8.61	9.84	11.07	12.30	13.53	14.76	15.99
+5%	32.28	8.50	11.30	12.91	14.53	16.14	17.75	19.37	20.98
+10%	33.82	8.50	11.84	13.53	15.22	16.91	18.60	20.29	21.98
+15%	35.35	8.50	12.37	14.14	15.91	17.68	19.44	21.21	22.98
+20%	36.89	8.50	12.91	14.76	16.60	18.45	20.29	22.13	23.98

การปรับราคาดังกล่าวจะส่งผลต่อการวิเคราะห์ทางการเงิน ดังนี้

ตารางที่ 4-14 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเท่ากับ 30.34

NPV. DDF _diesel =30.34								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	1,113,572.00	1,044,437.94	994,944.61	945,451.28	902,483.11	852,337.26	802,191.42	752,045.57
1.00	517,410.10	478,685.86	450,963.03	423,240.19	399,172.32	371,083.99	342,995.67	314,907.34
1.50	283,048.41	256,278.80	237,114.34	217,949.87	201,312.03	181,894.90	162,477.78	143,060.65
2.00	158,874.72	138,439.12	123,809.20	109,179.28	96,478.16	81,655.36	66,832.56	52,009.76
2.50	82,123.22	65,602.66	53,775.54	41,948.41	31,680.56	19,697.51	7,714.45	-4,268.60
3.00	30,018.58	16,155.85	6,231.47	-3,692.91	-12,308.87	-22,364.10	-32,419.32	-42,474.54
3.50	-7,658.00	-19,598.87	-28,147.39	-36,695.91	-44,117.39	-52,778.61	-61,439.83	-70,101.05
4.00	-36,166.45	-46,653.12	-54,160.58	-61,668.03	-68,185.70	-75,792.13	-83,398.56	-91,004.99
4.50	-58,488.43	-67,836.48	-74,528.79	-81,221.09	-87,031.08	-93,811.62	-100,592.15	-107,372.68
5.00	-76,439.74	-84,872.10	-90,908.86	-96,945.63	-102,186.51	-108,302.85	-114,419.20	-120,535.55
5.50	-91,189.13	-98,869.14	-104,367.28	-109,865.43	-114,638.70	-120,209.34	-125,779.97	-131,350.61
6.00	-103,522.88	-110,573.75	-115,621.50	-120,669.24	-125,051.50	-130,165.79	-135,280.09	-140,394.38
6.50	-113,989.38	-120,506.36	-125,171.90	-129,837.43	-133,887.86	-138,614.90	-143,341.95	-148,068.99
7.00	-122,982.74	-129,040.97	-133,378.09	-137,715.20	-141,480.52	-145,874.81	-150,269.11	-154,663.40
7.50	-130,793.45	-136,453.27	-140,505.16	-144,557.04	-148,074.73	-152,180.03	-156,285.34	-160,390.64
8.00	-137,640.38	-142,950.94	-146,752.79	-150,554.64	-153,855.26	-157,707.23	-161,559.21	-165,411.18
8.50	-143,691.52	-148,693.41	-152,274.29	-155,855.17	-158,963.94	-162,592.03	-166,220.12	-169,848.20
9.00	-149,077.96	-153,805.10	-157,189.27	-160,573.45	-163,511.46	-166,940.25	-170,369.04	-173,797.83
9.50	-153,903.52	-158,384.51	-161,592.46	-164,800.42	-167,585.44	-170,835.69	-174,085.94	-177,336.20
10.00	-158,251.45	-162,510.65	-165,559.83	-168,609.01	-171,256.19	-174,345.57	-177,434.96	-180,524.34

NPV. ระบบ DDF เมื่อดีเซล =30.34 บาท

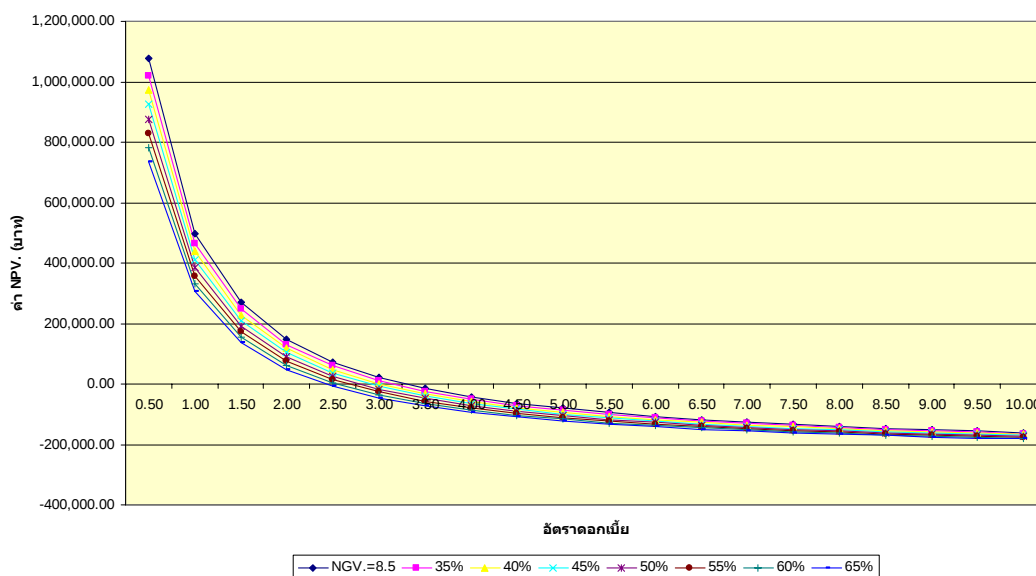


ภาพที่ 4-2 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเท่ากับ 30.34

ตารางที่ 4-15 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 5%

NPV. DDF diesel -5% จากราคาล้างถึง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	1,076,476.47	1,020,325.85	972,687.29	925,048.74	877,410.19	829,771.63	782,133.08	734,494.52
1.00	496,631.68	465,179.88	438,495.98	411,812.07	385,128.16	358,444.25	331,760.34	305,076.43
1.50	268,684.54	246,942.28	228,496.01	210,049.74	191,603.47	173,157.20	154,710.93	136,264.65
2.00	147,909.51	131,311.74	117,230.08	103,148.42	89,066.76	74,985.10	60,903.44	46,821.78
2.50	73,258.72	59,840.74	48,456.84	37,072.94	25,689.03	14,305.13	2,921.23	-8,462.67
3.00	22,580.20	11,320.90	1,768.44	-7,784.02	-17,336.48	-26,888.95	-36,441.41	-45,993.87
3.50	-14,065.16	-23,763.53	-31,991.69	-40,219.85	-48,448.00	-56,676.16	-64,904.32	-73,132.48
4.00	-41,793.32	-50,310.59	-57,536.70	-64,762.81	-71,988.92	-79,215.03	-86,441.14	-93,667.24
4.50	-63,504.35	-71,096.83	-77,538.34	-83,979.84	-90,421.35	-96,862.86	-103,304.36	-109,745.87
5.00	-80,964.32	-87,813.08	-93,623.62	-99,434.15	-105,244.68	-111,055.21	-116,865.74	-122,676.28
5.50	-95,310.02	-101,547.72	-106,839.82	-112,131.92	-117,424.02	-122,716.12	-128,008.23	-133,300.33
6.00	-107,306.20	-113,032.91	-117,891.49	-122,750.07	-127,608.65	-132,467.23	-137,325.81	-142,184.39
6.50	-117,486.22	-122,779.31	-127,270.00	-131,760.69	-136,251.38	-140,742.07	-145,232.76	-149,723.45
7.00	-126,233.43	-131,153.92	-135,328.50	-139,503.08	-143,677.66	-147,852.25	-152,026.83	-156,201.41
7.50	-133,830.36	-138,427.26	-142,327.30	-146,227.34	-150,127.38	-154,027.42	-157,927.46	-161,827.50
8.00	-140,489.89	-144,803.12	-148,462.50	-152,121.87	-155,781.25	-159,440.62	-163,100.00	-166,759.37
8.50	-146,375.40	-150,437.94	-153,884.62	-157,331.30	-160,777.99	-164,224.67	-167,671.35	-171,118.03
9.00	-151,614.42	-155,453.79	-158,711.15	-161,968.50	-165,225.85	-168,483.21	-171,740.56	-174,997.91
9.50	-156,307.90	-159,947.35	-163,035.09	-166,122.83	-169,210.57	-172,298.31	-175,386.04	-178,473.78
10.00	-160,536.83	-163,996.15	-166,931.06	-169,865.97	-172,800.88	-175,735.80	-178,670.71	-181,605.62

NPV. ระบบ DDF เมื่อราคาดีเซล = -5% จากราคาล้างถึง (30.34 บาท)

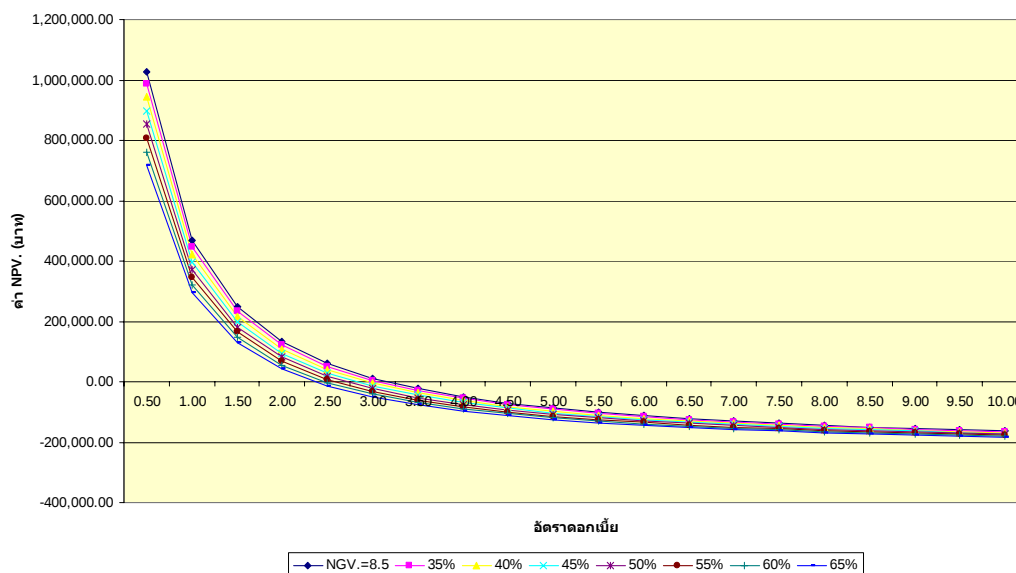


ภาพที่ 4-3 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 5%

ตารางที่ 4-16 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 10%

NPV. DDF diesel -10% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	1,026,330.63	987,731.05	942,599.79	897,468.53	852,337.26	807,206.00	762,074.74	716,943.48
1.00	468,543.36	446,922.47	421,642.98	396,363.49	371,083.99	345,804.50	320,525.01	295,245.51
1.50	249,267.41	234,321.15	216,845.73	199,370.32	181,894.90	164,419.49	146,944.07	129,468.66
2.00	133,086.71	121,676.92	108,336.40	94,995.88	81,655.36	68,314.84	54,974.32	41,633.80
2.50	61,275.66	52,051.75	41,267.00	30,482.26	19,697.51	8,912.76	-1,871.99	-12,656.74
3.00	12,524.98	4,785.01	-4,264.69	-13,314.40	-22,364.10	-31,413.80	-40,463.50	-49,513.20
3.50	-22,726.38	-29,393.32	-37,188.42	-44,983.52	-52,778.61	-60,573.71	-68,368.81	-76,163.91
4.00	-49,399.75	-55,254.77	-62,100.56	-68,946.35	-75,792.13	-82,637.92	-89,483.71	-96,329.49
4.50	-70,284.89	-75,504.18	-81,606.66	-87,709.14	-93,811.62	-99,914.10	-106,016.58	-112,119.06
5.00	-87,080.67	-91,788.71	-97,293.43	-102,798.14	-108,302.85	-113,807.57	-119,312.28	-124,817.00
5.50	-100,880.65	-105,168.63	-110,182.20	-115,195.77	-120,209.34	-125,222.91	-130,236.48	-135,250.05
6.00	-112,420.49	-116,357.20	-120,960.06	-125,562.93	-130,165.79	-134,768.66	-139,371.52	-143,974.39
6.50	-122,213.27	-125,851.89	-130,106.23	-134,360.57	-138,614.90	-142,869.24	-147,123.58	-151,377.92
7.00	-130,627.72	-134,010.22	-137,965.08	-141,919.95	-145,874.81	-149,829.68	-153,784.54	-157,739.41
7.50	-137,935.67	-141,095.71	-144,790.49	-148,485.26	-152,180.03	-155,874.81	-159,569.58	-163,264.36
8.00	-144,341.86	-147,306.91	-150,773.68	-154,240.46	-157,707.23	-161,174.01	-164,640.79	-168,107.56
8.50	-150,003.49	-152,796.20	-156,061.47	-159,326.75	-162,592.03	-165,857.31	-169,122.59	-172,387.86
9.00	-155,043.21	-157,682.51	-160,768.42	-163,854.34	-166,940.25	-170,026.16	-173,112.08	-176,197.99
9.50	-159,558.15	-162,060.02	-164,985.24	-167,910.47	-170,835.69	-173,760.92	-176,686.14	-179,611.37
10.00	-163,626.21	-166,004.25	-168,784.69	-171,565.13	-174,345.57	-177,126.02	-179,906.46	-182,686.90

NPV. ระบบ DDF เมื่อราคาดีเซล = -10% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)

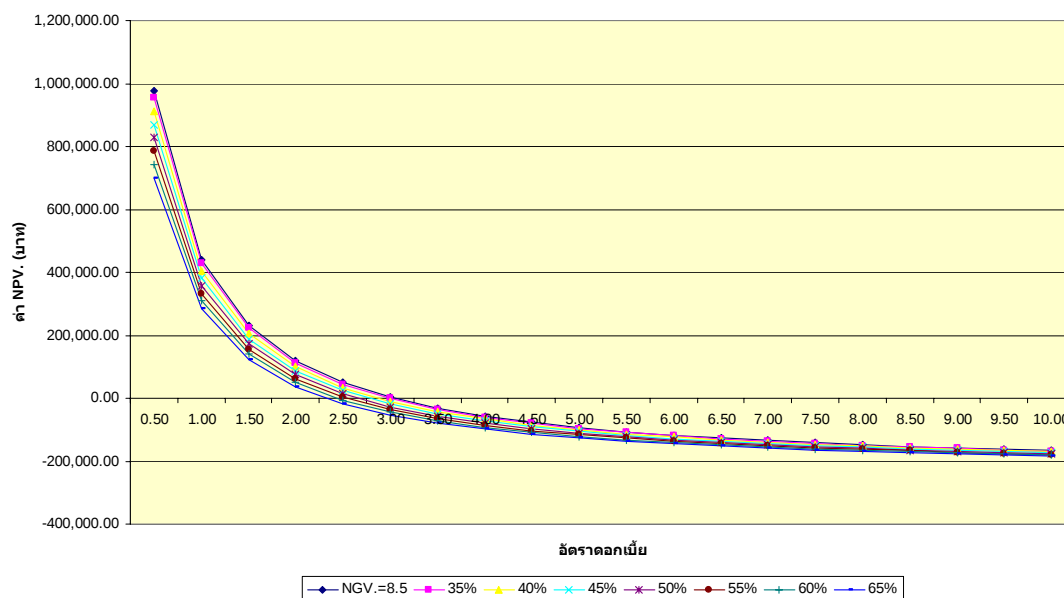


ภาพที่ 4-4 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 10%

ตารางที่ 4-17 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 15%

NPV. DDF diesel -15% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	976,184.78	955,136.25	912,512.28	869,888.31	827,264.34	784,640.37	742,016.40	699,392.43
1.00	440,455.03	428,665.06	404,789.98	380,914.91	357,039.83	333,164.75	309,289.68	285,414.60
1.50	229,850.28	221,700.02	205,195.46	188,690.90	172,186.34	155,681.78	139,177.22	122,672.66
2.00	118,263.91	112,042.10	99,442.72	86,843.34	74,243.96	61,644.58	49,045.20	36,445.82
2.50	49,292.61	44,262.77	34,077.17	23,891.58	13,705.98	3,520.39	-6,665.21	-16,850.81
3.00	2,469.75	-1,750.89	-10,297.83	-18,844.77	-27,391.71	-35,938.65	-44,485.59	-53,032.53
3.50	-31,387.60	-35,023.11	-42,385.15	-49,747.19	-57,109.22	-64,471.26	-71,833.30	-79,195.33
4.00	-57,006.18	-60,198.95	-66,664.42	-73,129.88	-79,595.35	-86,060.81	-92,526.28	-98,991.74
4.50	-77,065.42	-79,911.52	-85,674.98	-91,438.43	-97,201.88	-102,965.34	-108,728.79	-114,492.24
5.00	-93,197.02	-95,764.34	-100,963.24	-106,162.13	-111,361.03	-116,559.93	-121,758.82	-126,957.72
5.50	-106,451.29	-108,789.54	-113,524.58	-118,259.62	-122,994.65	-127,729.69	-132,464.73	-137,199.77
6.00	-117,534.78	-119,681.49	-124,028.64	-128,375.79	-132,722.94	-137,070.09	-141,417.24	-145,764.39
6.50	-126,940.31	-128,924.47	-132,942.45	-136,960.44	-140,978.43	-144,996.41	-149,014.40	-153,032.38
7.00	-135,022.02	-136,866.51	-140,601.66	-144,336.81	-148,071.96	-151,807.11	-155,542.26	-159,277.41
7.50	-142,040.97	-143,764.16	-147,253.67	-150,743.18	-154,232.69	-157,722.20	-161,211.70	-164,701.21
8.00	-148,193.84	-149,810.69	-153,084.87	-156,359.04	-159,633.22	-162,907.40	-166,181.58	-169,455.76
8.50	-153,631.58	-155,154.45	-158,238.33	-161,322.20	-164,406.07	-167,489.95	-170,573.82	-173,657.69
9.00	-158,472.00	-159,911.23	-162,825.70	-165,740.17	-168,654.65	-171,569.12	-174,483.59	-177,398.07
9.50	-162,808.40	-164,172.68	-166,935.39	-169,698.11	-172,460.82	-175,223.53	-177,986.25	-180,748.96
10.00	-166,715.59	-168,012.34	-170,638.32	-173,264.29	-175,890.26	-178,516.24	-181,142.21	-183,768.19

NPV. ระบบ DDF เมื่อราคาดีเซล = -15% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)

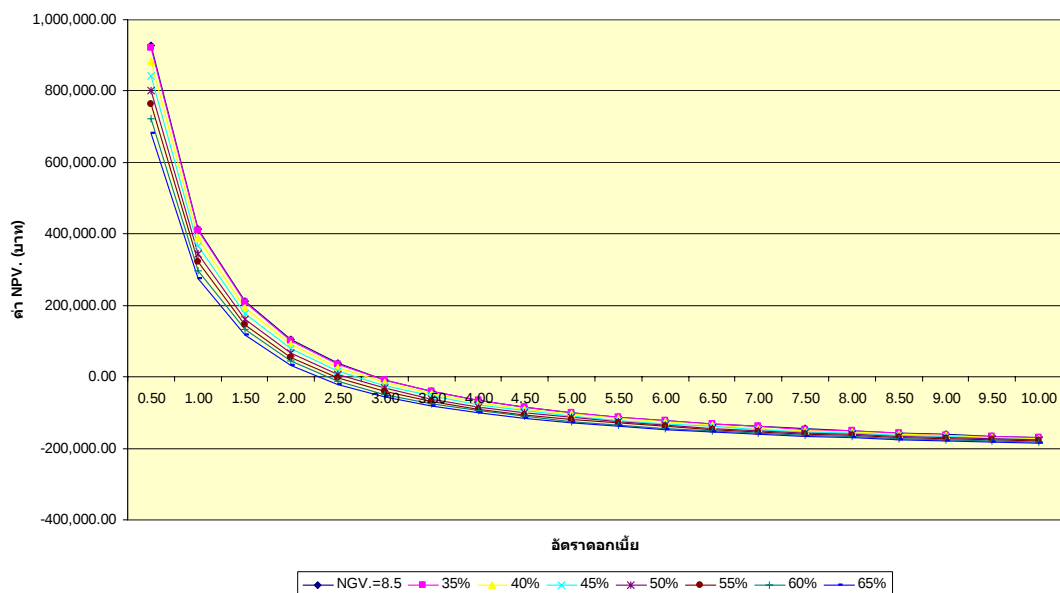


ภาพที่ 4-5 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 15%

ตารางที่ 4-18 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 20%

NPV. DDF _diesel -20% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	926,038.93	922,541.45	882,424.77	842,308.09	802,191.42	762,074.74	721,958.06	681,841.39
1.00	412,366.71	410,407.65	387,936.99	365,466.33	342,995.67	320,525.01	298,054.35	275,583.69
1.50	210,433.16	209,078.88	193,545.18	178,011.48	162,477.78	146,944.07	131,410.37	115,876.67
2.00	103,441.11	102,407.28	90,549.04	78,690.80	66,832.56	54,974.32	43,116.08	31,257.84
2.50	37,309.56	36,473.78	26,887.34	17,300.90	7,714.45	-1,871.99	-11,458.43	-21,044.88
3.00	-7,585.47	-8,286.78	-16,330.96	-24,375.14	-32,419.32	-40,463.50	-48,507.68	-56,551.86
3.50	-40,048.82	-40,652.91	-47,581.88	-54,510.86	-61,439.83	-68,368.81	-75,297.79	-82,226.76
4.00	-64,612.61	-65,143.13	-71,228.28	-77,313.42	-83,398.56	-89,483.71	-95,568.85	-101,653.99
4.50	-83,845.95	-84,318.87	-89,743.30	-95,167.72	-100,592.15	-106,016.58	-111,441.00	-116,865.43
5.00	-99,313.37	-99,739.97	-104,633.04	-109,526.12	-114,419.20	-119,312.28	-124,205.36	-129,098.44
5.50	-112,021.92	-112,410.45	-116,866.96	-121,323.46	-125,779.97	-130,236.48	-134,692.99	-139,149.49
6.00	-122,649.08	-123,005.78	-127,097.22	-131,188.65	-135,280.09	-139,371.52	-143,462.96	-147,554.40
6.50	-131,667.35	-131,997.04	-135,778.68	-139,560.31	-143,341.95	-147,123.58	-150,905.21	-154,686.85
7.00	-139,416.31	-139,722.80	-143,238.24	-146,753.67	-150,269.11	-153,784.54	-157,299.98	-160,815.42
7.50	-146,146.28	-146,432.61	-149,716.85	-153,001.09	-156,285.34	-159,569.58	-162,853.83	-166,138.07
8.00	-152,045.81	-152,314.47	-155,396.05	-158,477.63	-161,559.21	-164,640.79	-167,722.37	-170,803.95
8.50	-157,259.66	-157,512.71	-160,415.18	-163,317.65	-166,220.12	-169,122.59	-172,025.05	-174,927.52
9.00	-161,900.79	-162,139.94	-164,882.97	-167,626.01	-170,369.04	-173,112.08	-175,855.11	-178,598.14
9.50	-166,058.65	-166,285.34	-168,885.54	-171,485.74	-174,085.94	-176,686.14	-179,286.35	-181,886.55
10.00	-169,804.97	-170,020.44	-172,491.95	-174,963.45	-177,434.96	-179,906.46	-182,377.96	-184,849.47

NPV. ระบบ DDF เมื่อราคาดีเซล = -20% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)

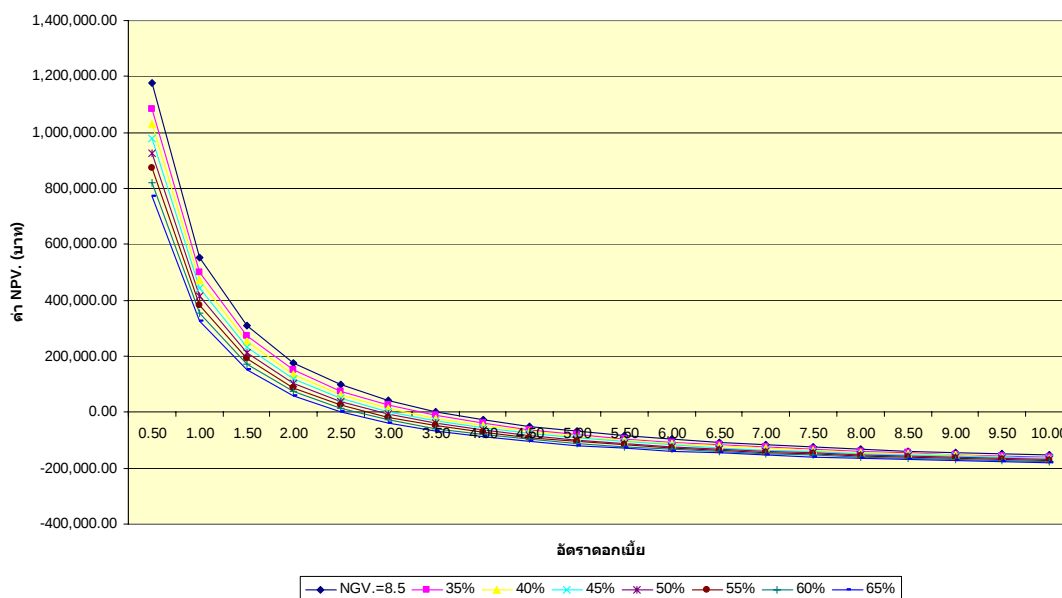


ภาพที่ 4-6 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 20%

ตารางที่ 4-19 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 5%

NPV. DDF diesel +5% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	1,176,768.17	1,085,515.45	1,032,862.31	980,209.17	927,556.03	874,902.89	822,249.76	769,596.62
1.00	552,808.33	501,694.71	472,201.97	442,709.22	413,216.48	383,723.74	354,231.00	324,738.26
1.50	307,518.79	272,184.55	251,796.56	231,408.58	211,020.60	190,632.61	170,244.63	149,856.64
2.00	177,555.11	150,581.37	135,017.44	119,453.50	103,889.56	88,325.62	72,761.68	57,197.74
2.50	97,224.83	75,418.71	62,836.50	50,254.30	37,672.09	25,089.88	12,507.68	-74.53
3.00	42,690.65	24,392.69	13,834.71	3,276.72	-7,281.26	-17,839.25	-28,397.23	-38,955.21
3.50	3,257.28	-12,503.94	-21,598.22	-30,692.50	-39,786.78	-48,881.07	-57,975.35	-67,069.63
4.00	-26,580.46	-40,422.24	-48,408.99	-56,395.74	-64,382.49	-72,369.24	-80,355.99	-88,342.74
4.50	-49,943.29	-62,282.14	-69,401.70	-76,521.26	-83,640.82	-90,760.38	-97,879.94	-104,999.50
5.00	-68,731.63	-79,861.83	-86,284.00	-92,706.16	-99,128.33	-105,550.50	-111,972.66	-118,394.83
5.50	-84,168.75	-94,305.89	-100,155.06	-106,004.22	-111,853.39	-117,702.55	-123,551.72	-129,400.88
6.00	-97,077.61	-106,384.32	-111,754.33	-117,124.34	-122,494.35	-127,864.36	-133,234.37	-138,604.38
6.50	-108,032.14	-116,634.16	-121,597.55	-126,560.95	-131,524.34	-136,487.73	-141,451.13	-146,414.52
7.00	-117,444.84	-125,441.34	-130,055.35	-134,669.36	-139,283.37	-143,897.38	-148,511.39	-153,125.40
7.50	-125,619.75	-133,090.37	-137,400.94	-141,711.51	-146,022.08	-150,332.65	-154,643.22	-158,953.79
8.00	-132,785.94	-139,795.56	-143,840.13	-147,884.70	-151,929.27	-155,973.85	-160,018.42	-164,062.99
8.50	-139,119.23	-145,721.43	-149,530.92	-153,340.41	-157,149.90	-160,959.39	-164,768.88	-168,578.37
9.00	-144,756.83	-150,996.36	-154,596.60	-158,196.83	-161,797.06	-165,397.29	-168,997.53	-172,597.76
9.50	-149,807.40	-155,722.03	-159,134.79	-162,547.55	-165,960.32	-169,373.08	-172,785.84	-176,198.61
10.00	-154,358.07	-159,979.95	-163,223.80	-166,467.65	-169,711.50	-172,955.35	-176,199.20	-179,443.05

NPV. ระบบ DDF เมื่อราคาดีเซล = +5% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)

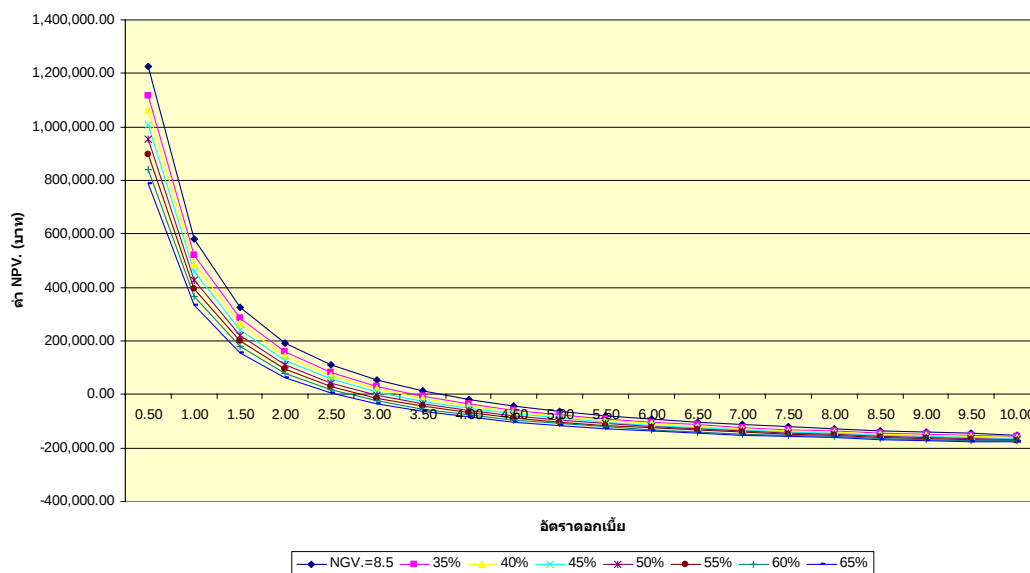


ภาพที่ 4-7 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 5%

ตารางที่ 4-20 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 10%

NPV. DDF diesel +10% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	1,226,914.01	1,118,110.25	1,062,949.82	1,007,789.39	952,628.96	897,468.53	842,308.09	787,147.66
1.00	580,896.66	519,952.12	489,054.96	458,157.80	427,260.64	396,363.49	365,466.33	334,569.17
1.50	326,935.92	284,805.68	263,446.84	242,088.00	220,729.16	199,370.32	178,011.48	156,652.64
2.00	192,377.91	160,216.19	143,911.12	127,606.04	111,300.96	94,995.88	78,690.80	62,385.72
2.50	109,207.88	83,207.69	70,026.33	56,844.97	43,663.62	30,482.26	17,300.90	4,119.54
3.00	52,745.87	30,928.59	19,867.84	8,807.10	-2,253.65	-13,314.40	-24,375.14	-35,435.89
3.50	11,918.50	-6,874.15	-16,401.49	-25,928.83	-35,456.17	-44,983.52	-54,510.86	-64,038.20
4.00	-18,974.04	-35,478.06	-43,845.13	-52,212.20	-60,579.27	-68,946.35	-77,313.42	-85,680.49
4.50	-43,162.75	-57,874.79	-65,333.38	-72,791.96	-80,250.55	-87,709.14	-95,167.72	-102,626.31
5.00	-62,615.28	-75,886.20	-82,614.19	-89,342.17	-96,070.16	-102,798.14	-109,526.12	-116,254.11
5.50	-78,598.12	-90,684.98	-96,812.68	-102,940.37	-109,068.07	-115,195.77	-121,323.46	-127,451.16
6.00	-91,963.31	-103,060.03	-108,685.76	-114,311.48	-119,937.21	-125,562.93	-131,188.65	-136,814.38
6.50	-103,305.10	-113,561.58	-118,761.33	-123,961.07	-129,160.82	-134,360.57	-139,560.31	-144,760.06
7.00	-113,050.54	-122,585.05	-127,418.77	-132,252.50	-137,086.22	-141,919.95	-146,753.67	-151,587.40
7.50	-121,514.45	-130,421.92	-134,937.75	-139,453.59	-143,969.42	-148,485.26	-153,001.09	-157,516.93
8.00	-128,933.97	-137,291.77	-141,528.94	-145,766.12	-150,003.29	-154,240.46	-158,477.63	-162,714.80
8.50	-135,491.14	-143,363.17	-147,354.07	-151,344.96	-155,335.86	-159,326.75	-163,317.65	-167,308.54
9.00	-141,328.04	-148,767.65	-152,539.32	-156,310.99	-160,082.66	-163,854.34	-167,626.01	-171,397.68
9.50	-146,557.15	-153,609.36	-157,184.64	-160,759.92	-164,335.19	-167,910.47	-171,485.74	-175,061.02
10.00	-151,268.69	-157,971.86	-161,370.18	-164,768.49	-168,166.81	-171,565.13	-174,963.45	-178,361.77

NPV. ระบบ DDF เมื่อราคาดีเซล = +10% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)

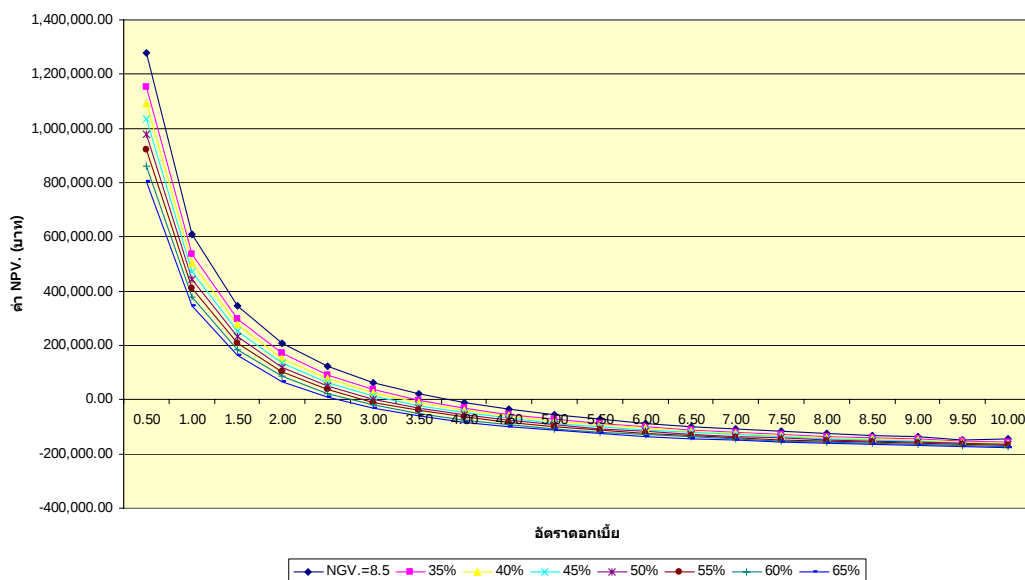


ภาพที่ 4-8 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 10%

ตารางที่ 4-21 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 15%

NPV. DDF _diesel +15% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	1,277,059.86	1,150,705.05	1,093,037.33	1,035,369.60	977,701.88	920,034.16	862,366.43	804,698.71
1.00	608,984.98	538,209.53	505,907.96	473,606.38	441,304.81	409,003.23	376,701.66	344,400.08
1.50	346,353.05	297,426.82	275,097.12	252,767.42	230,437.72	208,108.03	185,778.33	163,448.63
2.00	207,200.71	169,851.01	152,804.79	135,758.58	118,712.36	101,666.14	84,619.92	67,573.70
2.50	121,190.93	90,996.68	77,216.17	63,435.65	49,655.14	35,874.63	22,094.12	8,313.61
3.00	62,801.09	37,464.48	25,900.98	14,337.47	2,773.96	-8,789.54	-20,353.05	-31,916.56
3.50	20,579.72	-1,244.36	-11,204.76	-21,165.16	-31,125.56	-41,085.97	-51,046.37	-61,006.77
4.00	-11,367.61	-30,533.88	-39,281.27	-48,028.67	-56,776.06	-65,523.45	-74,270.85	-83,018.24
4.50	-36,382.22	-53,467.44	-61,265.06	-69,062.67	-76,860.28	-84,657.90	-92,455.51	-100,253.12
5.00	-56,498.93	-71,910.58	-78,944.38	-85,978.18	-93,011.98	-100,045.78	-107,079.58	-114,113.39
5.50	-73,027.48	-87,064.07	-93,470.30	-99,876.53	-106,282.75	-112,688.98	-119,095.21	-125,501.44
6.00	-86,849.02	-99,735.74	-105,617.18	-111,498.62	-117,380.06	-123,261.50	-129,142.94	-135,024.37
6.50	-98,578.06	-110,489.00	-115,925.10	-121,361.20	-126,797.30	-132,233.40	-137,669.50	-143,105.59
7.00	-108,656.25	-119,728.76	-124,782.20	-129,835.63	-134,889.07	-139,942.51	-144,995.95	-150,049.39
7.50	-117,409.14	-127,753.47	-132,474.57	-137,195.67	-141,916.77	-146,637.87	-151,358.97	-156,080.07
8.00	-125,081.99	-134,787.99	-139,217.76	-143,647.53	-148,077.30	-152,507.07	-156,936.84	-161,366.61
8.50	-131,863.06	-141,004.91	-145,177.21	-149,349.51	-153,521.81	-157,694.11	-161,866.41	-166,038.71
9.00	-137,899.25	-146,538.93	-150,482.05	-154,425.16	-158,368.27	-162,311.38	-166,254.49	-170,197.60
9.50	-148,179.30	-151,496.70	-155,234.49	-158,972.28	-162,710.07	-166,447.86	-170,185.64	-173,923.43
10.00	-143,306.89	-155,963.76	-159,516.55	-163,069.34	-166,622.12	-170,174.91	-173,727.70	-177,280.49

NPV. ระบบ DDF เมื่อราคาดีเซล = +15% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)

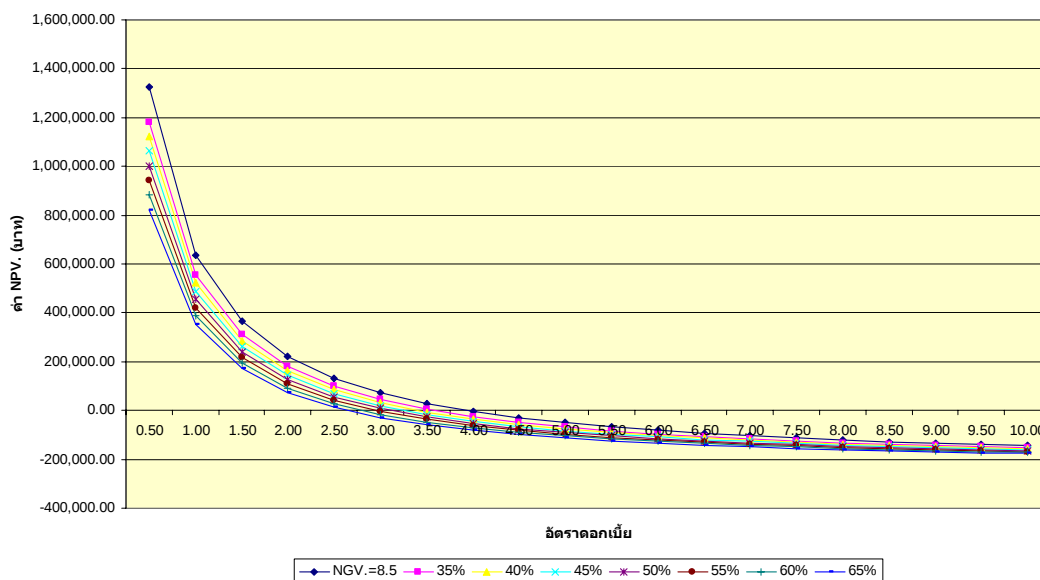


ภาพที่ 4-9 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 15%

ตารางที่ 4-22 แสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 20%

NPV. DDF _diesel +20% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	1,327,205.71	1,183,299.85	1,123,124.83	1,062,949.82	1,002,774.80	942,599.79	882,424.77	822,249.76
1.00	637,073.31	556,466.94	522,760.95	489,054.96	455,348.97	421,642.98	387,936.99	354,231.00
1.50	365,770.18	310,047.95	286,747.39	263,446.84	240,146.29	216,845.73	193,545.18	170,244.63
2.00	222,023.50	179,485.83	161,698.47	143,911.12	126,123.76	108,336.40	90,549.04	72,761.68
2.50	133,173.99	98,785.66	84,406.00	70,026.33	55,646.67	41,267.00	26,887.34	12,507.68
3.00	72,856.32	44,000.38	31,934.11	19,867.84	7,801.57	-4,264.69	-16,330.96	-28,397.23
3.50	29,240.94	4,385.44	-6,008.03	-16,401.49	-26,794.95	-37,188.42	-47,581.88	-57,975.35
4.00	-3,761.18	-25,589.70	-34,717.41	-43,845.13	-52,972.85	-62,100.56	-71,228.28	-80,355.99
4.50	-29,601.69	-49,060.10	-57,196.74	-65,333.38	-73,470.02	-81,606.66	-89,743.30	-97,879.94
5.00	-50,382.58	-67,934.95	-75,274.57	-82,614.19	-89,953.81	-97,293.43	-104,633.04	-111,972.66
5.50	-67,456.85	-83,443.16	-90,127.92	-96,812.68	-103,497.44	-110,182.20	-116,866.96	-123,551.72
6.00	-81,734.72	-96,411.45	-102,548.60	-108,685.76	-114,822.91	-120,960.06	-127,097.22	-133,234.37
6.50	-93,851.01	-107,416.43	-113,088.88	-118,761.33	-124,433.78	-130,106.23	-135,778.68	-141,451.13
7.00	-104,261.95	-116,872.46	-122,145.62	-127,418.77	-132,691.93	-137,965.08	-143,238.24	-148,511.39
7.50	-113,303.84	-125,085.02	-130,011.39	-134,937.75	-139,864.12	-144,790.49	-149,716.85	-154,643.22
8.00	-121,230.02	-132,284.21	-136,906.58	-141,528.94	-146,151.31	-150,773.68	-155,396.05	-160,018.42
8.50	-128,234.97	-138,646.66	-143,000.36	-147,354.07	-151,707.77	-156,061.47	-160,415.18	-164,768.88
9.00	-134,470.45	-144,310.22	-148,424.77	-152,539.32	-156,653.87	-160,768.42	-164,882.97	-168,997.53
9.50	-140,056.64	-149,384.04	-153,284.34	-157,184.64	-161,084.94	-164,985.24	-168,885.54	-172,785.84
10.00	-145,089.92	-153,955.66	-157,662.92	-161,370.18	-165,077.43	-168,784.69	-172,491.95	-176,199.20

NPV. ระบบ DDF เมื่อราคาดีเซล = +20% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)

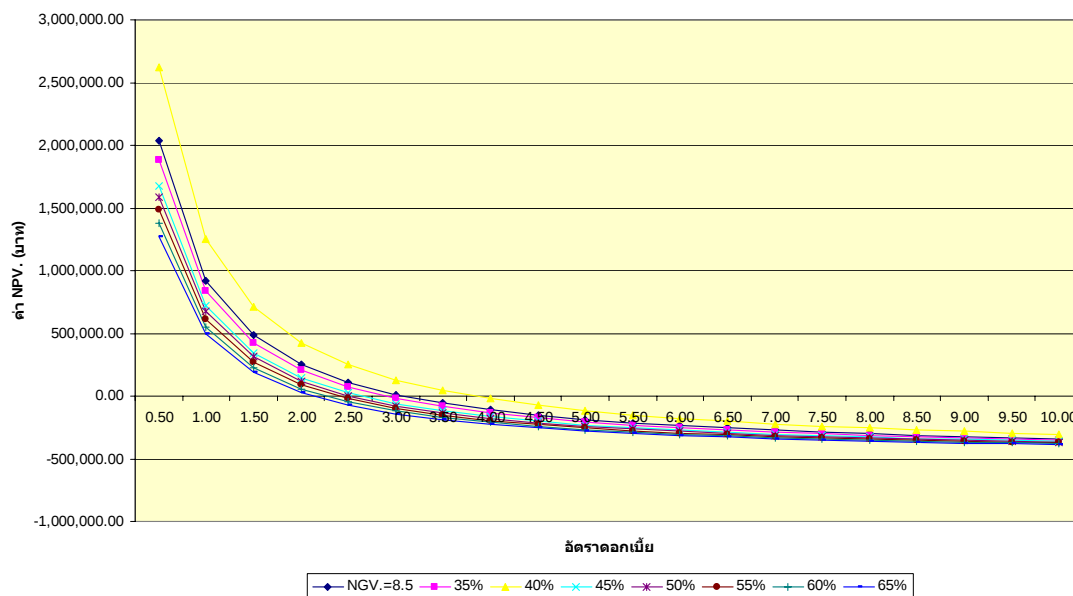


ภาพที่ 4-10 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ DDF เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 20%

ตารางที่ 4-23 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเท่ากับ 30.34

NPV. Dedicate _diesel จากระการอ้างอิงถึง 30.34 บาท								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	2,033,140.02	1,886,230.11	2,622,443.61	1,675,883.39	1,589,469.89	1,482,909.94	1,376,349.98	1,269,790.03
1.00	921,093.76	838,804.72	1,251,181.94	720,982.66	672,579.64	612,891.93	553,204.22	493,516.51
1.50	483,928.90	427,043.46	712,114.96	345,594.45	312,134.02	270,872.61	229,611.20	188,349.79
2.00	252,302.40	208,876.74	426,496.86	146,699.57	121,156.28	89,657.82	58,159.36	26,660.91
2.50	109,134.54	74,028.36	249,956.91	23,763.06	3,113.34	-22,350.66	-47,814.66	-73,278.65
3.00	11,941.54	-17,516.77	130,108.44	-59,695.40	-77,023.00	-98,390.36	-119,757.71	-141,125.07
3.50	-58,338.19	-83,712.56	43,446.67	-120,043.76	-134,969.15	-153,374.25	-171,779.35	-190,184.44
4.00	-111,516.22	-133,800.41	-22,127.03	-165,707.09	-178,814.82	-194,978.49	-211,142.16	-227,305.83
4.50	-153,154.37	-173,018.98	-73,470.95	-201,461.28	-213,145.79	-227,554.43	-241,963.06	-256,371.70
5.00	-186,639.71	-204,558.49	-114,761.64	-230,214.73	-240,754.69	-253,751.94	-266,749.18	-279,746.43
5.50	-214,152.37	-230,472.39	-148,687.44	-253,839.52	-263,439.08	-275,276.68	-287,114.28	-298,951.88
6.00	-237,159.05	-252,142.16	-177,056.92	-273,595.08	-282,408.26	-293,276.14	-304,144.02	-315,011.89
6.50	-256,682.66	-270,531.25	-201,131.44	-290,359.77	-298,505.62	-308,550.58	-318,595.55	-328,640.52
7.00	-273,458.35	-286,332.11	-221,817.50	-304,764.85	-312,337.29	-321,675.17	-331,013.05	-340,350.93
7.50	-288,028.01	-300,055.13	-239,783.32	-317,275.65	-324,350.09	-333,073.86	-341,797.64	-350,521.41
8.00	-300,799.88	-312,084.83	-255,532.28	-328,242.70	-334,880.58	-343,066.03	-351,251.48	-359,436.92
8.50	-312,087.32	-322,716.35	-269,450.80	-337,935.08	-344,187.16	-351,896.85	-359,606.53	-367,316.22
9.00	-322,134.88	-332,180.05	-281,840.42	-346,562.81	-352,471.45	-359,757.64	-367,043.82	-374,330.01
9.50	-331,136.20	-340,658.31	-292,939.93	-354,292.13	-359,893.10	-366,799.89	-373,706.67	-380,613.46
10.00	-339,246.59	-348,297.40	-302,940.83	-361,256.42	-366,580.17	-373,145.11	-379,710.05	-386,274.98

NPV. ระบบ Dedicate เมื่อดีเซล =30.34 บาท

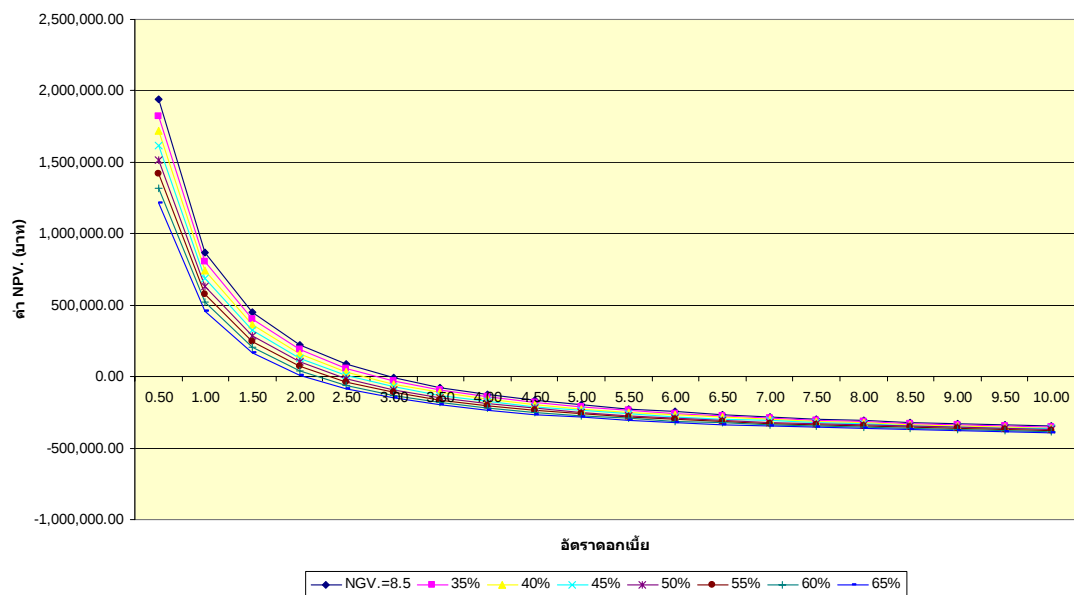


ภาพที่ 4-11 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเท่ากับ 30.34

ตารางที่ 4-24 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 5%

NPV. Dedicate _diesel -5% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	1,940,401.11	1,821,081.00	1,719,849.04	1,618,617.09	1,517,385.13	1,416,153.17	1,314,921.22	1,213,689.26
1.00	869,147.67	802,312.58	745,609.26	688,905.93	632,202.61	575,499.28	518,795.96	462,092.64
1.50	448,019.18	401,816.87	362,618.53	323,420.19	284,221.85	245,023.52	205,825.18	166,626.84
2.00	224,889.35	189,619.07	159,695.54	129,772.01	99,848.47	69,924.94	40,001.40	10,077.87
2.50	86,973.28	58,460.06	34,269.27	10,078.47	-14,112.33	-38,303.12	-62,493.92	-86,684.72
3.00	-6,654.42	-30,580.44	-50,879.43	-71,178.42	-91,477.41	-111,776.39	-132,075.38	-152,374.37
3.50	-74,356.11	-94,965.15	-112,449.99	-129,934.83	-147,419.67	-164,904.52	-182,389.36	-199,874.20
4.00	-125,583.42	-143,682.63	-159,038.11	-174,393.60	-189,749.08	-205,104.57	-220,460.05	-235,815.53
4.50	-165,694.18	-181,828.20	-195,516.41	-209,204.61	-222,892.82	-236,581.03	-250,269.23	-263,957.44
5.00	-197,951.18	-212,504.80	-224,852.19	-237,199.57	-249,546.95	-261,894.34	-274,241.72	-286,589.11
5.50	-224,454.61	-237,709.72	-248,955.44	-260,201.16	-271,446.88	-282,692.60	-293,938.32	-305,184.04
6.00	-246,617.34	-258,786.61	-269,111.10	-279,435.58	-289,760.07	-300,084.55	-310,409.04	-320,733.52
6.50	-265,424.78	-276,672.59	-286,215.31	-295,758.03	-305,300.75	-314,843.47	-324,386.19	-333,928.91
7.00	-281,585.09	-292,041.14	-300,912.13	-309,783.11	-318,654.10	-327,525.09	-336,396.07	-345,267.06
7.50	-295,620.30	-305,388.71	-313,676.30	-321,963.88	-330,251.47	-338,539.06	-346,826.64	-355,114.23
8.00	-307,923.66	-317,089.28	-324,865.46	-332,641.63	-340,417.80	-348,193.98	-355,970.15	-363,746.33
8.50	-318,797.04	-327,429.94	-334,754.14	-342,078.34	-349,402.54	-356,726.75	-364,050.95	-371,375.15
9.00	-328,476.04	-336,634.72	-343,556.59	-350,478.47	-357,400.35	-364,322.22	-371,244.10	-378,165.98
9.50	-337,147.16	-344,881.01	-351,442.45	-358,003.90	-364,565.34	-371,126.79	-377,688.24	-384,249.68
10.00	-344,960.04	-352,311.10	-358,547.79	-364,784.48	-371,021.17	-377,257.85	-383,494.54	-389,731.23

NPV. ระบบ Dedicate เมื่อราคาดีเซล = -5% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)

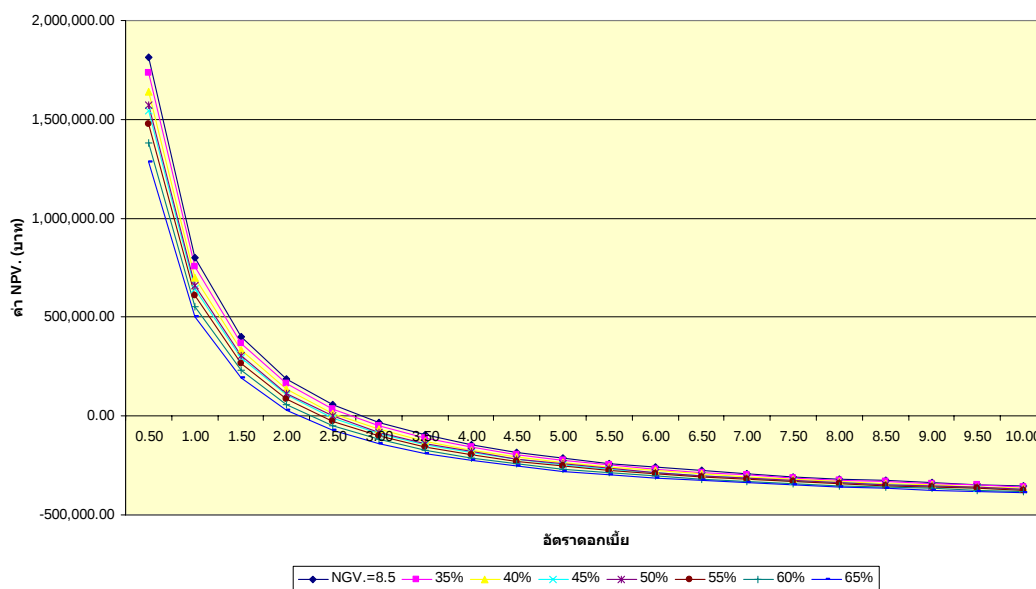


ภาพที่ 4-12 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 5%

ตารางที่ 4-25 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 10%

NPV. Dedicate _diesel -10% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	1,815,036.37	1,733,012.25	1,637,108.29	1,541,204.33	1,570,665.11	1,474,761.15	1,378,857.19	1,282,953.23
1.00	798,926.79	752,982.39	699,263.46	645,544.52	662,046.46	608,327.52	554,608.59	500,889.65
1.50	399,476.31	367,715.49	330,580.23	293,444.96	304,852.56	267,717.29	230,582.02	193,446.75
2.00	187,832.32	163,586.50	135,237.89	106,889.28	115,597.70	87,249.09	58,900.48	30,551.87
2.50	57,015.61	37,414.80	14,497.20	-8,420.40	-1,380.33	-24,297.93	-47,215.52	-70,133.12
3.00	-31,792.51	-48,239.95	-67,470.57	-86,701.19	-80,793.73	-100,024.35	-119,254.97	-138,485.59
3.50	-96,009.18	-110,176.43	-126,741.02	-143,305.61	-138,217.13	-154,781.71	-171,346.30	-187,910.89
4.00	-144,599.52	-157,041.44	-171,588.74	-186,136.04	-181,667.25	-196,214.55	-210,761.85	-225,309.15
4.50	-182,645.53	-193,736.53	-206,704.30	-219,672.08	-215,688.50	-228,656.27	-241,624.05	-254,591.82
5.00	-213,242.07	-223,246.65	-234,944.18	-246,641.70	-243,048.33	-254,745.85	-266,443.37	-278,140.90
5.50	-238,381.21	-247,493.16	-258,147.00	-268,800.84	-265,528.08	-276,181.92	-286,835.76	-297,489.60
6.00	-259,403.09	-267,768.60	-277,549.69	-287,330.79	-284,326.13	-294,107.22	-303,888.31	-313,669.40
6.50	-277,242.39	-284,974.47	-294,014.94	-303,055.41	-300,278.27	-309,318.74	-318,359.21	-327,399.68
7.00	-292,570.84	-299,758.63	-308,162.73	-316,566.82	-313,985.16	-322,389.25	-330,793.35	-339,197.44
7.50	-305,883.57	-312,598.66	-320,450.06	-328,301.46	-325,889.58	-333,740.98	-341,592.38	-349,443.78
8.00	-317,553.60	-323,854.32	-331,221.22	-338,588.12	-336,325.08	-343,691.98	-351,058.89	-358,425.79
8.50	-327,867.27	-333,801.77	-340,740.49	-347,679.21	-345,547.70	-352,486.42	-359,425.14	-366,363.85
9.00	-337,048.03	-342,656.54	-349,214.11	-355,771.68	-353,757.25	-360,314.82	-366,872.39	-373,429.96
9.50	-345,272.80	-350,589.27	-356,805.37	-363,021.48	-361,111.95	-367,328.06	-373,544.16	-379,760.27
10.00	-352,683.50	-357,736.83	-363,645.27	-369,553.71	-367,738.70	-373,647.14	-379,555.58	-385,464.02

NPV. ระบบ Dedicate เมื่อราคาดีเซล = -10% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)

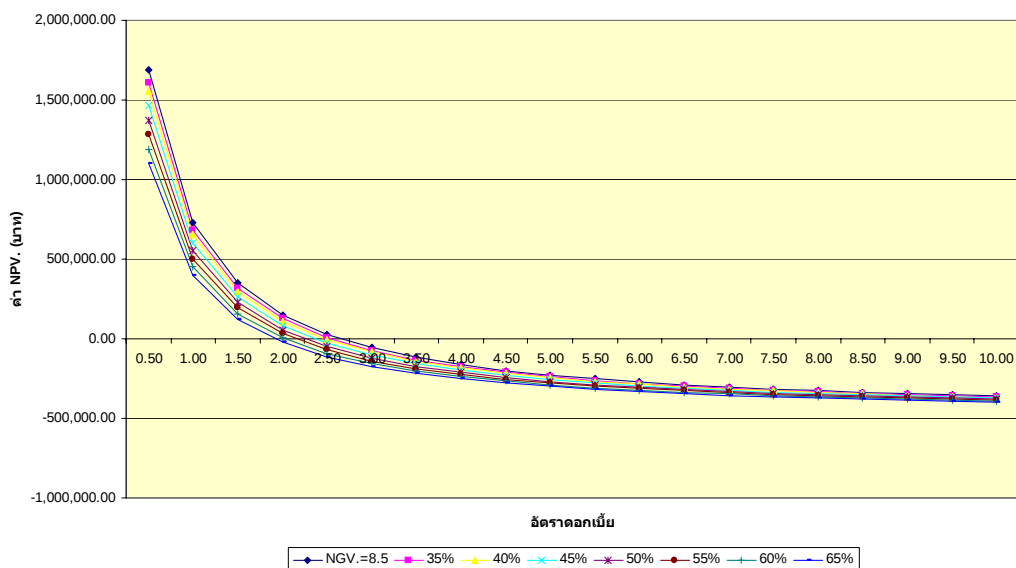


ภาพที่ 4-13 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 10%

ตารางที่ 4-26 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 15%

NPV. Dedicate _diesel -15% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	1,689,671.63	1,607,647.51	1,554,367.53	1,463,791.57	1,373,215.61	1,282,639.64	1,192,063.68	1,101,487.72
1.00	728,705.90	682,761.51	652,917.66	602,183.10	551,448.55	500,714.00	449,979.44	399,244.89
1.50	350,933.44	319,172.63	298,541.92	263,469.73	228,397.53	193,325.33	158,253.13	123,180.94
2.00	150,775.29	126,529.47	110,780.24	84,006.55	57,232.86	30,459.17	3,685.48	-23,088.20
2.50	27,057.95	7,457.13	-5,274.86	-26,919.26	-48,563.66	-70,208.06	-91,852.45	-113,496.85
3.00	-56,930.59	-73,378.03	-84,061.71	-102,223.96	-120,386.22	-138,548.47	-156,710.72	-174,872.97
3.50	-117,662.25	-131,829.50	-141,032.05	-156,676.39	-172,320.72	-187,965.05	-203,609.38	-219,253.72
4.00	-163,615.61	-176,057.53	-184,139.36	-197,878.48	-211,617.60	-225,356.72	-239,095.83	-252,834.95
4.50	-199,596.88	-210,687.88	-217,892.20	-230,139.54	-242,386.88	-254,634.22	-266,881.57	-279,128.91
5.00	-228,532.96	-238,537.54	-245,036.17	-256,083.83	-267,131.49	-278,179.14	-289,226.80	-300,274.46
5.50	-252,307.81	-261,419.76	-267,338.56	-277,400.52	-287,462.48	-297,524.44	-307,586.40	-317,648.36
6.00	-272,188.84	-280,554.35	-285,988.29	-295,225.99	-304,463.69	-313,701.38	-322,939.08	-332,176.78
6.50	-289,060.01	-296,792.09	-301,814.57	-310,352.79	-318,891.02	-327,429.24	-335,967.46	-344,505.68
7.00	-303,556.58	-310,744.38	-315,413.32	-323,350.52	-331,287.72	-339,224.92	-347,162.11	-355,099.31
7.50	-316,146.84	-322,861.93	-327,223.82	-334,639.03	-342,054.24	-349,469.45	-356,884.66	-364,299.87
8.00	-327,183.55	-333,484.26	-337,576.99	-344,534.62	-351,492.25	-358,449.88	-365,407.51	-372,365.14
8.50	-336,937.50	-342,872.00	-346,726.84	-353,280.07	-359,833.31	-366,386.54	-372,939.78	-379,493.01
9.00	-345,620.01	-351,228.53	-354,871.62	-361,064.88	-367,258.14	-373,451.40	-379,644.66	-385,837.91
9.50	-353,398.43	-358,714.90	-362,168.29	-368,039.06	-373,909.83	-379,780.60	-385,651.36	-391,522.13
10.00	-360,406.96	-365,460.29	-368,742.76	-374,322.95	-379,903.15	-385,483.34	-391,063.54	-396,643.73

NPV. ระบบ Dedicate เมื่อราคาดีเซล = -15% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)

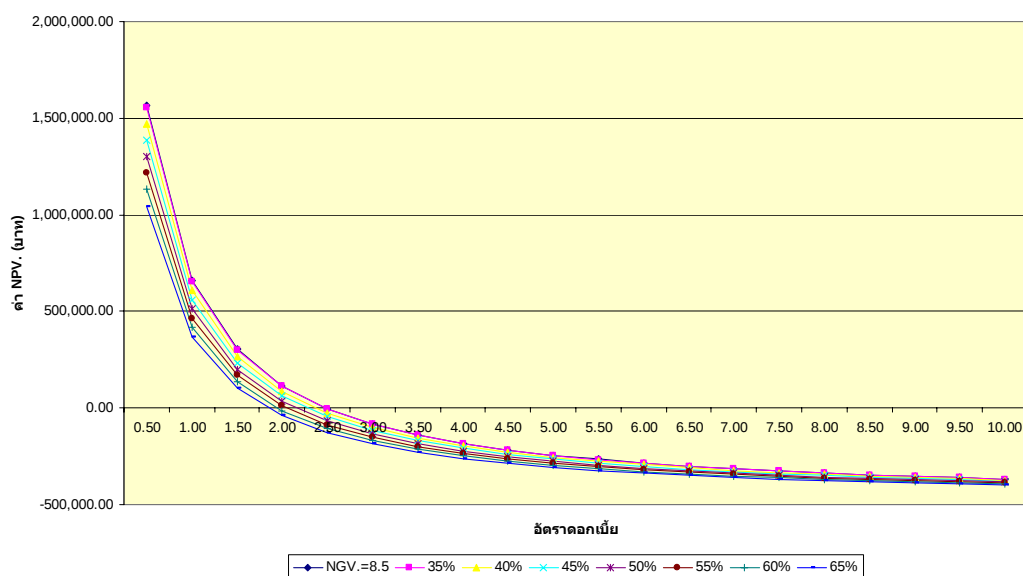


ภาพที่ 4-14 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 15%

ตารางที่ 4-27 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 20%

NPV. Dedicate _diesel -20% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	1,564,306.89	1,556,874.73	1,471,626.77	1,386,378.81	1,301,130.84	1,215,882.88	1,130,634.92	1,045,386.95
1.00	658,485.02	654,322.02	606,571.86	558,821.69	511,071.52	463,321.35	415,571.19	367,821.02
1.50	302,390.57	299,512.75	266,503.62	233,494.49	200,485.36	167,476.24	134,467.11	101,457.98
2.00	113,718.25	111,521.35	86,322.59	61,123.82	35,925.06	10,726.29	-14,472.47	-39,671.24
2.50	-2,899.71	-4,675.73	-25,046.93	-45,418.13	-65,789.32	-86,160.52	-106,531.72	-126,902.92
3.00	-82,068.67	-83,558.97	-100,652.85	-117,746.74	-134,840.62	-151,934.51	-169,028.39	-186,122.28
3.50	-139,315.32	-140,599.01	-155,323.08	-170,047.16	-184,771.24	-199,495.32	-214,219.40	-228,943.47
4.00	-182,631.70	-183,759.06	-196,689.99	-209,620.92	-222,551.86	-235,482.79	-248,413.73	-261,344.66
4.50	-216,548.23	-217,553.18	-229,080.09	-240,607.00	-252,133.91	-263,660.82	-275,187.73	-286,714.65
5.00	-243,823.85	-244,730.36	-255,128.16	-265,525.95	-275,923.75	-286,321.55	-296,719.35	-307,117.14
5.50	-266,234.41	-267,060.03	-276,530.11	-286,000.19	-295,470.27	-304,940.35	-314,410.43	-323,880.51
6.00	-284,974.59	-285,732.59	-294,426.89	-303,121.19	-311,815.49	-320,509.80	-329,204.10	-337,898.40
6.50	-300,877.63	-301,578.23	-309,614.20	-317,650.18	-325,686.15	-333,722.12	-341,758.10	-349,794.07
7.00	-314,542.33	-315,193.62	-322,663.92	-330,134.22	-337,604.53	-345,074.83	-352,545.14	-360,015.44
7.50	-326,410.11	-327,018.56	-333,997.58	-340,976.60	-347,955.62	-354,934.64	-361,913.66	-368,892.69
8.00	-336,813.49	-337,384.39	-343,932.75	-350,481.11	-357,029.47	-363,577.82	-370,126.18	-376,674.54
8.50	-346,007.72	-346,545.44	-352,713.19	-358,880.94	-365,048.69	-371,216.44	-377,384.19	-383,551.94
9.00	-354,192.00	-354,700.19	-360,529.14	-366,358.09	-372,187.04	-378,015.99	-383,844.93	-389,673.88
9.50	-361,524.07	-362,005.79	-367,531.22	-373,056.64	-378,582.07	-384,107.50	-389,632.93	-395,158.35
10.00	-368,130.41	-368,588.29	-373,840.24	-379,092.19	-384,344.14	-389,596.09	-394,848.04	-400,099.99

NPV. ระบบ Dedicate เมื่อราคาดีเซล = -20% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)

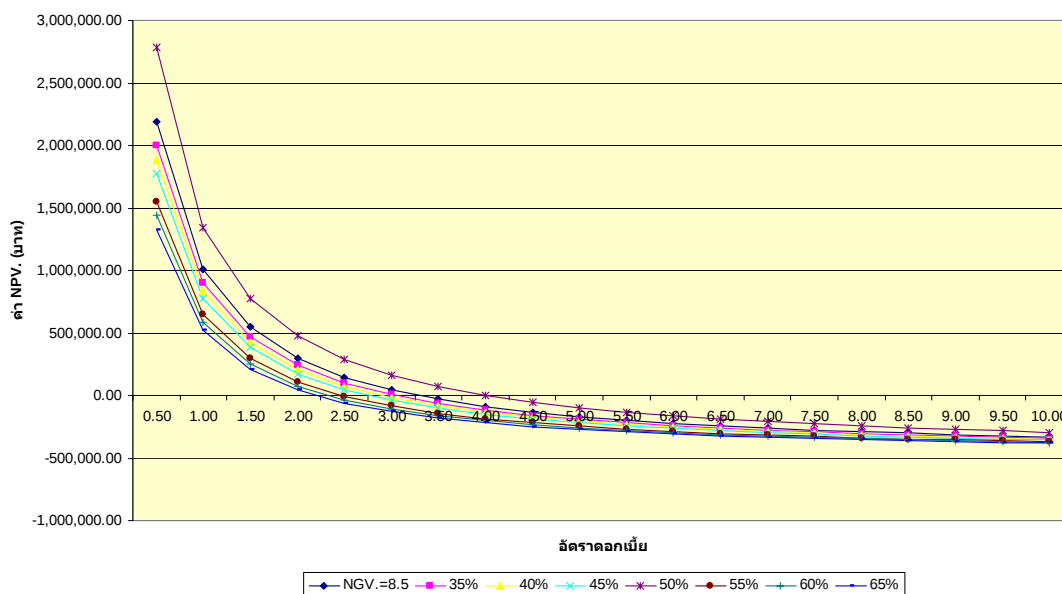


ภาพที่ 4-15 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลลดลง 20%

ตารางที่ 4-28 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 5%

NPV. Dedicate _diesel +5% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	2,191,130.59	1,997,218.51	1,885,330.56	1,773,442.61	2,780,434.18	1,549,666.70	1,437,778.75	1,325,890.80
1.00	1,009,589.44	900,972.95	838,300.85	775,628.76	1,339,677.61	650,284.57	587,612.48	524,940.38
1.50	545,104.91	470,019.62	426,695.14	383,370.66	773,290.97	296,721.70	253,397.22	210,072.74
2.00	299,003.42	241,684.22	208,610.84	175,537.46	473,197.88	109,390.70	76,317.32	43,243.94
2.50	146,888.61	100,550.59	73,813.40	47,076.20	287,710.97	-6,398.19	-33,135.39	-59,872.59
3.00	43,621.74	4,738.58	-17,697.15	-40,132.87	161,788.64	-85,004.32	-107,440.04	-129,875.77
3.50	-31,049.97	-64,542.57	-83,867.93	-103,193.28	70,734.89	-141,843.98	-161,169.33	-180,494.69
4.00	-87,551.24	-116,965.01	-133,936.86	-150,908.71	1,837.94	-184,852.41	-201,824.27	-218,796.12
4.50	-131,791.48	-158,011.55	-173,140.62	-188,269.69	-52,108.06	-218,527.83	-233,656.90	-248,785.97
5.00	-167,369.41	-191,021.10	-204,668.21	-218,315.31	-95,491.34	-245,609.53	-259,256.64	-272,903.75
5.50	-196,601.42	-218,142.84	-230,572.32	-243,001.80	-131,136.48	-267,860.76	-280,290.24	-292,719.72
6.00	-221,045.85	-240,822.63	-252,233.90	-263,645.18	-160,943.72	-286,467.72	-297,878.99	-309,290.27
6.50	-241,789.54	-260,068.83	-270,616.05	-281,163.27	-186,238.32	-302,257.70	-312,804.91	-323,352.13
7.00	-259,613.59	-276,606.16	-286,410.94	-296,215.71	-207,972.74	-315,825.26	-325,630.03	-335,434.81
7.50	-275,093.75	-290,968.81	-300,128.77	-309,288.74	-226,849.06	-327,608.67	-336,768.63	-345,928.59
8.00	-288,663.77	-303,559.20	-312,153.92	-320,748.64	-243,396.17	-337,938.08	-346,532.80	-355,127.52
8.50	-300,656.59	-314,686.27	-322,781.44	-330,876.61	-258,020.07	-347,066.95	-355,162.12	-363,257.29
9.00	-311,332.06	-324,591.07	-332,241.56	-339,892.06	-271,037.60	-355,193.05	-362,843.54	-370,494.04
9.50	-320,895.89	-333,464.49	-340,716.61	-347,968.74	-282,699.62	-362,472.98	-369,725.11	-376,977.23
10.00	-329,513.12	-341,459.64	-348,352.82	-355,246.00	-293,207.36	-369,032.37	-375,925.55	-382,818.73

NPV. ระบบ Dedicate เมื่อราคาดีเซล = +5% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)

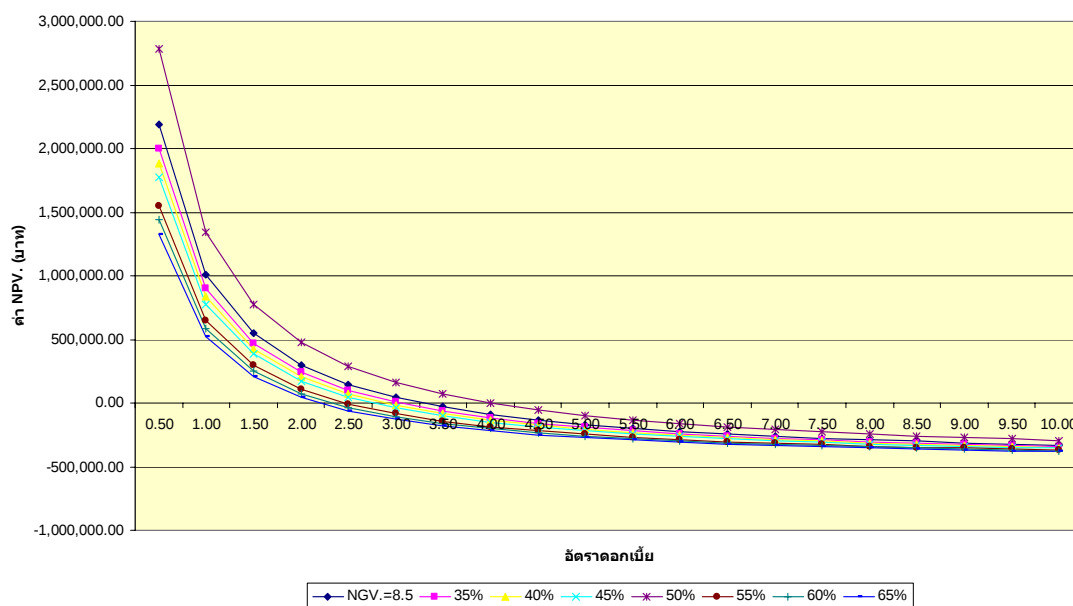


ภาพที่ 4-16 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 5%

ตารางที่ 4-29 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 10%

NPV. Dedicate_diesel +10% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	2,191,130.59	1,997,218.51	1,885,330.56	1,773,442.61	2,780,434.18	1,549,666.70	1,437,778.75	1,325,890.80
1.00	1,009,589.44	900,972.95	838,300.85	775,628.76	1,339,677.61	650,284.57	587,612.48	524,940.38
1.50	545,104.91	470,019.62	426,695.14	383,370.66	773,290.97	296,721.70	253,397.22	210,072.74
2.00	299,003.42	241,684.22	208,610.84	175,537.46	473,197.88	109,390.70	76,317.32	43,243.94
2.50	146,888.61	100,550.59	73,813.40	47,076.20	287,710.97	-6,398.19	-33,135.39	-59,872.59
3.00	43,621.74	4,738.58	-17,697.15	-40,132.87	161,788.64	-85,004.32	-107,440.04	-129,875.77
3.50	-31,049.97	-64,542.57	-83,867.93	-103,193.28	70,734.89	-141,843.98	-161,169.33	-180,494.69
4.00	-87,551.24	-116,965.01	-133,936.86	-150,908.71	1,837.94	-184,852.41	-201,824.27	-218,796.12
4.50	-131,791.48	-158,011.55	-173,140.62	-188,269.69	-52,108.06	-218,527.83	-233,656.90	-248,785.97
5.00	-167,369.41	-191,021.10	-204,668.21	-218,315.31	-95,491.34	-245,609.53	-259,256.64	-272,903.75
5.50	-196,601.42	-218,142.84	-230,572.32	-243,001.80	-131,136.48	-267,860.76	-280,290.24	-292,719.72
6.00	-221,045.85	-240,822.63	-252,233.90	-263,645.18	-160,943.72	-286,467.72	-297,878.99	-309,290.27
6.50	-241,789.54	-260,068.83	-270,616.05	-281,163.27	-186,238.32	-302,257.70	-312,804.91	-323,352.13
7.00	-259,613.59	-276,606.16	-286,410.94	-296,215.71	-207,972.74	-315,825.26	-325,630.03	-335,434.81
7.50	-275,093.75	-290,968.81	-300,128.77	-309,288.74	-226,849.06	-327,608.67	-336,768.63	-345,928.59
8.00	-288,663.77	-303,559.20	-312,153.92	-320,748.64	-243,396.17	-337,938.08	-346,532.80	-355,127.52
8.50	-300,656.59	-314,686.27	-322,781.44	-330,876.61	-258,020.07	-347,066.95	-355,162.12	-363,257.29
9.00	-311,332.06	-324,591.07	-332,241.56	-339,892.06	-271,037.60	-355,193.05	-362,843.54	-370,494.04
9.50	-320,895.89	-333,464.49	-340,716.61	-347,968.74	-282,699.62	-362,472.98	-369,725.11	-376,977.23
10.00	-329,513.12	-341,459.64	-348,352.82	-355,246.00	-293,207.36	-369,032.37	-375,925.55	-382,818.73

NPV. ระบบ Dedicate เมื่อราคาดีเซล = +10% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)

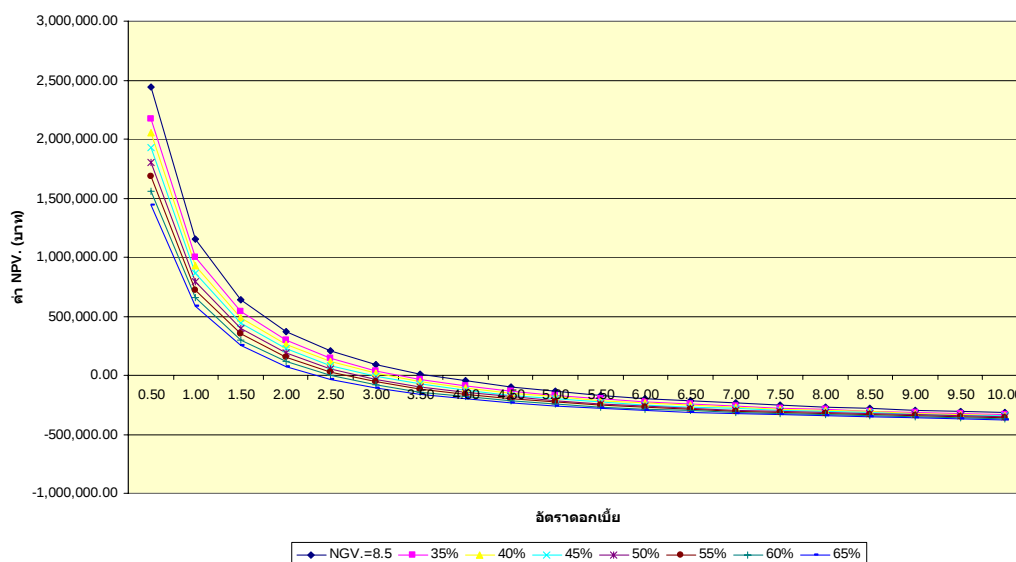


ภาพที่ 4-17 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 10%

ตารางที่ 4-30 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 15%

NPV. Dedicate _diesel +15% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	2,441,860.07	2,173,356.02	2,050,812.08	1,928,268.13	1,805,724.18	1,683,180.23	1,560,636.28	1,438,092.34
1.00	1,150,031.20	999,633.32	930,992.45	862,351.59	793,710.72	725,069.86	656,428.99	587,788.13
1.50	642,190.65	538,222.37	490,771.75	443,321.13	395,870.51	348,419.89	300,969.27	253,518.65
2.00	373,117.49	293,749.37	257,526.14	221,302.92	185,079.69	148,856.47	112,633.24	76,410.02
2.50	206,803.93	142,641.12	113,357.53	84,073.93	54,790.34	25,506.74	-3,776.86	-33,060.45
3.00	93,897.91	40,057.59	15,485.13	-9,087.33	-33,659.78	-58,232.24	-82,804.70	-107,377.16
3.50	12,256.17	-34,120.00	-55,285.86	-76,451.72	-97,617.59	-118,783.45	-139,949.31	-161,115.17
4.00	-49,519.05	-90,247.39	-108,835.61	-127,423.83	-146,012.05	-164,600.26	-183,188.48	-201,776.70
4.50	-97,888.78	-134,194.89	-150,764.83	-167,334.76	-183,904.69	-200,474.63	-217,044.56	-233,614.49
5.00	-136,787.63	-169,537.39	-184,484.23	-199,431.06	-214,377.89	-229,324.73	-244,271.56	-259,218.39
5.50	-168,748.22	-198,575.97	-212,189.21	-225,802.45	-239,415.69	-253,028.93	-266,642.17	-280,255.41
6.00	-195,474.35	-222,858.65	-235,356.71	-247,854.77	-260,352.83	-272,850.89	-285,348.95	-297,847.01
6.50	-218,154.31	-243,465.08	-255,016.79	-266,568.50	-278,120.22	-289,671.93	-301,223.64	-312,775.35
7.00	-237,642.09	-261,171.18	-271,909.74	-282,648.30	-293,386.87	-304,125.43	-314,863.99	-325,602.55
7.50	-254,567.21	-276,548.91	-286,581.25	-296,613.59	-306,645.93	-316,678.27	-326,710.62	-336,742.96
8.00	-269,403.88	-290,029.13	-299,442.39	-308,855.66	-318,268.92	-327,682.19	-337,095.45	-346,508.71
8.50	-282,516.14	-301,942.60	-310,808.73	-319,674.87	-328,541.01	-337,407.15	-346,273.29	-355,139.43
9.00	-294,188.08	-312,547.42	-320,926.53	-329,305.65	-337,684.76	-346,063.87	-354,442.99	-362,822.10
9.50	-304,644.62	-322,047.97	-329,990.77	-337,933.57	-345,876.37	-353,819.18	-361,761.98	-369,704.78
10.00	-314,066.20	-330,608.17	-338,157.85	-345,707.52	-353,257.20	-360,806.88	-368,356.55	-375,906.23

NPV. ระบบ Dedicate เมื่อราคาดีเซล = +15% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)

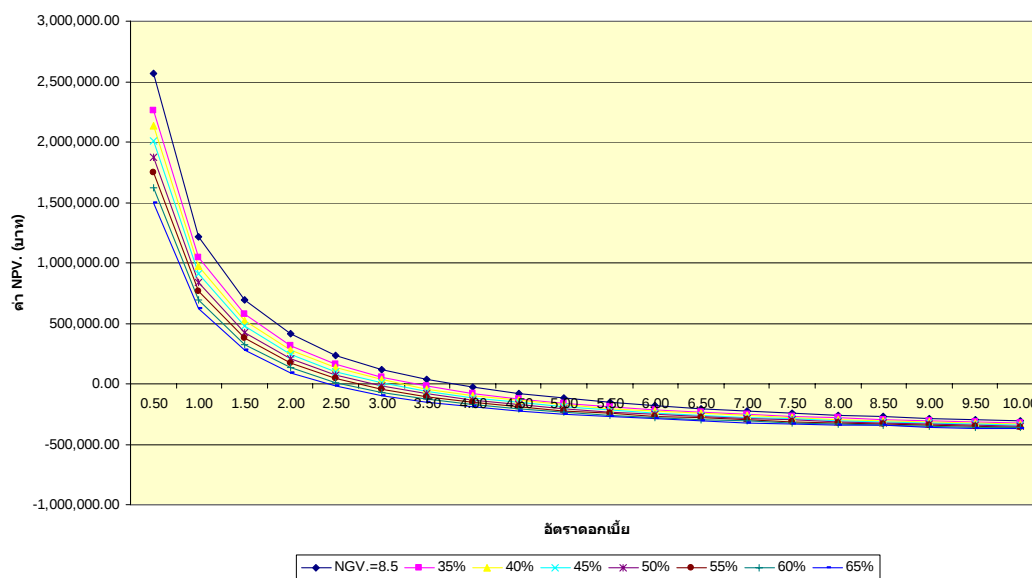


ภาพที่ 4-18 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 15%

ตารางที่ 4-31 แสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 20%

NPV. Dedicate_diesel +20% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)								
i	NGV.=8.5	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
0.50	2,567,224.81	2,261,424.78	2,133,552.83	2,005,680.89	1,877,808.94	1,749,937.00	1,622,065.05	1,494,193.11
1.00	1,220,252.09	1,048,963.50	977,338.25	905,713.00	834,087.75	762,462.50	690,837.25	619,212.00
1.50	690,733.52	572,323.74	522,810.05	473,296.36	423,782.67	374,268.98	324,755.29	275,241.60
2.00	410,174.52	319,781.94	281,983.80	244,185.65	206,387.50	168,589.35	130,791.20	92,993.05
2.50	236,761.60	163,686.39	133,129.59	102,572.80	72,016.00	41,459.20	10,902.41	-19,654.39
3.00	119,035.99	57,717.10	32,076.27	6,435.45	-19,205.38	-44,846.21	-70,487.03	-96,127.86
3.50	33,909.24	-18,908.71	-40,994.83	-63,080.95	-85,167.06	-107,253.18	-129,339.30	-151,425.41
4.00	-30,502.96	-76,888.58	-96,284.99	-115,681.39	-135,077.79	-154,474.19	-173,870.59	-193,266.99
4.50	-80,937.43	-122,286.56	-139,576.93	-156,867.30	-174,157.66	-191,448.03	-208,738.39	-226,028.76
5.00	-121,496.74	-158,795.54	-174,392.24	-189,988.93	-205,585.63	-221,182.32	-236,779.02	-252,375.71
5.50	-154,821.62	-188,792.53	-202,997.65	-217,202.77	-231,407.89	-245,613.01	-259,818.13	-274,023.25
6.00	-182,688.60	-213,876.66	-226,918.11	-239,959.57	-253,001.02	-266,042.47	-279,083.93	-292,125.38
6.50	-206,336.69	-235,163.20	-247,217.16	-259,271.12	-271,325.08	-283,379.04	-295,433.01	-307,486.97
7.00	-226,656.34	-253,453.69	-264,659.14	-275,864.60	-287,070.06	-298,275.51	-309,480.97	-320,686.42
7.50	-244,303.93	-269,338.96	-279,807.49	-290,276.02	-300,744.55	-311,213.08	-321,681.61	-332,150.14
8.00	-259,773.94	-283,264.09	-293,086.63	-302,909.16	-312,731.70	-322,554.24	-332,376.77	-342,199.31
8.50	-273,445.92	-295,570.76	-304,822.38	-314,074.01	-323,325.63	-332,577.25	-341,828.88	-351,080.51
9.00	-285,616.09	-306,525.59	-315,269.02	-324,012.44	-332,755.86	-341,499.29	-350,242.71	-358,986.13
9.50	-296,518.99	-316,339.71	-324,627.85	-332,915.99	-341,204.13	-349,492.27	-357,780.42	-366,068.56
10.00	-306,342.74	-325,182.44	-333,060.36	-340,938.29	-348,816.21	-356,694.13	-364,572.05	-372,449.98

NPV. ระบบ Dedicate เมื่อราคาดีเซล = +20% จากราคาอ้างอิง (30.34 บาท)



ภาพที่ 4-19 กราฟแสดงค่า NPV ของระบบ Dedicate เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 20%

จากการวิเคราะห์ที่แสดงไปนั้นพบว่า แม้ราคาของน้ำมันดีเซลจะ ขึ้นถึง 20% ของราคาอ้างอิง และราคา NGV เท่ากับ 8.50 บาท ซึ่งเป็นค่าเชิงบวกที่ต่ำที่สุดในการพิจารณาแล้ว ค่า NPV จะให้ค่าเป็นบวกก็ต่อเมื่ออัตราดอกเบี้ยต่ำกว่า 2.7% และราคาของน้ำมันดีเซลที่ลดลง 20% ของราคาอ้างอิง กับราคา NGV ขึ้นเป็น 65% ของราคาน้ำมันดีเซล ซึ่งเป็นค่าเชิงลบที่ต่ำที่สุดในการพิจารณา ค่า NPV จะให้ค่าเป็นบวกก็ต่อเมื่ออัตราดอกเบี้ยต่ำกว่า 1% เท่านั้น แสดงให้เห็นว่า การปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์จากดีเซลเป็นเอ็นจีวีนั้นยังไม่เหมาะสมในการลงทุน หากว่าเงินที่ใช้ในการลงทุนเป็นเงินกู้ยืม

ในลำดับต่อไปนี้จะวิเคราะห์หาจุดลงทุนที่เหมาะสม โดยจะแบ่งเป็น 2 กรณี ดังนี้

1. วิเคราะห์หาระยะทางการใช้รถที่เหมาะสมกับการลงทุน ภายใต้ราคาน้ำมันดีเซล (30.34 บาท) และเอ็นจีวี (8.50 บาท) ที่กำหนด
2. วิเคราะห์หาราคาของน้ำมันดีเซลที่เหมาะสมกับการลงทุน ภายใต้ระยะทางการใช้รถเดิม

4.8 การหาระยะทางที่เหมาะสม

ปริมาณของแก๊สที่บรรจุได้เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อระยะทางการวิ่ง ในการศึกษานี้กำหนดให้ใช้ถังขนาด 145 ลิตร จำนวน 4 ถัง ซึ่งทำให้รถวิ่งได้ระยะทางประมาณ 280 กิโลเมตร และในสภาพความเป็นจริง ก็ไม่สามารถรอให้แก๊สหมดก่อนจึงค่อยเติมแก๊สได้ ดังนั้นการหาระยะทางที่ก่อให้เกิดการคั่งทูนนั้น หากได้ระยะเกินกว่า 250 กิโลเมตรแล้ว จำเป็นที่จะต้องหยุดเติมแก๊ส

จากการเก็บข้อมูลพบว่า โดยปกติแล้วผู้ขับขี่จะทราบตำแหน่งของสถานีบริการแก๊สตามเส้นทางที่ใช้อยู่แล้ว ฉะนั้นจึงไม่ต้องเสียระยะทางในการวิ่งหาสถานีบริการ แต่ในการเติมแก๊สแต่ละครั้งจะต้องเสียเวลาในการรอคิวและเติมแก๊สซึ่งโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2 ชั่วโมง

ในการวิเคราะห์ขั้นต้น โดยไม่ใส่ปัจจัยในการเติมแก๊สไปพบว่า ณ อัตราดอกเบี้ย 10% ซึ่งเป็นอัตราดอกเบี้ยสูงสุดที่นำมาพิจารณานั้น ระยะที่ได้ไม่เกิน 400 กิโลเมตร ซึ่งนั่นหมายความว่ารถจะต้องเติมแก๊สเพียงหนึ่งครั้ง

เนื่องจากการเติมแก๊สหนึ่งครั้งสูญเสียเวลาไป 2 ชั่วโมง หากในหนึ่งปีรถใช้งาน 300 วัน นั่นคือหักวันหยุดสัปดาห์ละ 1 วัน และวันหยุดพิเศษอื่นๆ ดังนั้นจะสูญเสียเวลาในการเติมแก๊สทั้งหมดจำนวน 600 ชั่วโมง คิดเป็น 25 เทียบวัน ค่าจ้างในการขนส่งสินค้าในระยะทางไม่เกิน 400 กิโลเมตร อยู่ที่เฉลี่ยประมาณ 9,000 บาท คิดเป็นเงินที่สูญเสียไปจากการเติมแก๊ส จำนวน 225,000 บาทต่อปี

ดังนั้นในระยะทางที่เกินกว่า 250 กิโลเมตรขึ้นไป จะนำปัจจัยดังกล่าวมาคิดด้วย

ราคาขายปลีกน้ำมันดีเซล = 30.34 บาท/ลิตร

ราคาขายปลีกแก๊สเอ็นจีวี = 8.50 บาท/กิโลกรัม

4.8.1 สำหรับระบบ DDF.

ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ 28,540 ลิตร

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายเมื่อใช้เครื่องยนต์ดีเซลเดิม} &= \text{ค่าเชื้อเพลิง} + \text{ค่าบำรุงรักษา} \\ &= 865,903.62 + 15,000 \\ &= 880,903.60 \text{ บาท} \end{aligned}$$

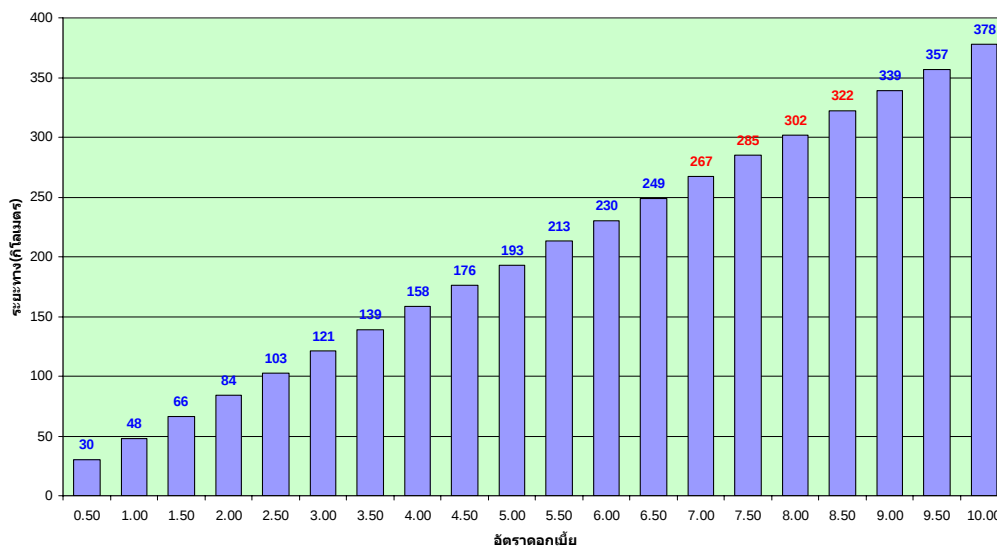
เมื่อเปลี่ยนเป็นระบบ DDF.

ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ = 17,124 ลิตร

ปริมาณแก๊สเอ็นจีวีที่ใช้ = 11,416 กิโลกรัม

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายเมื่อเปลี่ยนเป็นระบบ DDF.} &= \text{ค่าเชื้อเพลิง} + \text{ค่าบำรุงรักษา} \\ &= 616,578.16 + 20,000 \\ &= 636,578.16 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ระยะทางคุ้มทุน สำหรับระบบ DDF.



ภาพที่ 4-20 แสดงระยะทางที่เหมาะสมระบบ DDF

4.8.2 สำหรับระบบ Dedicate

ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ 21,850 ลิตร

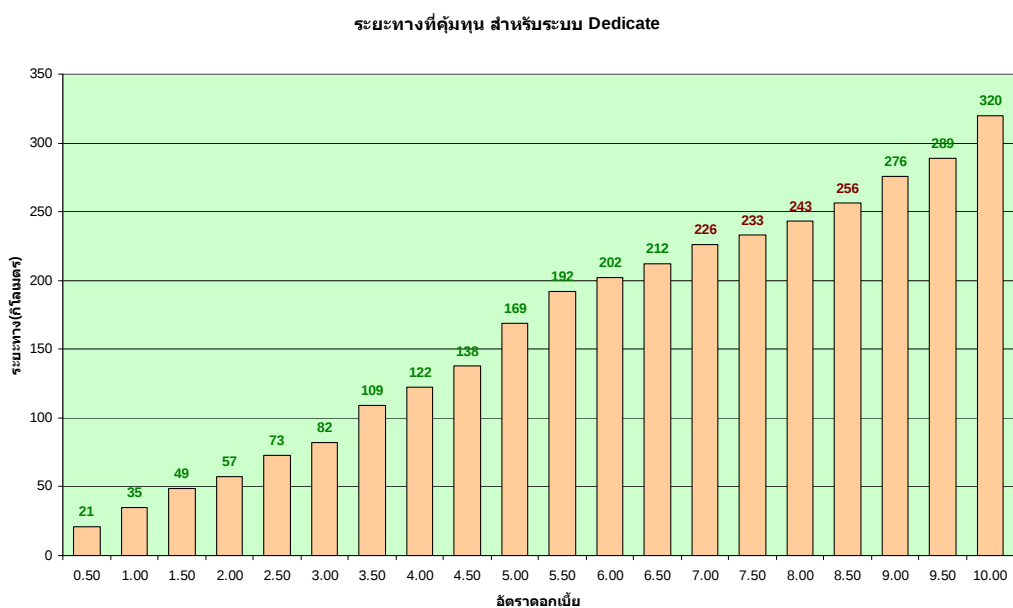
$$\begin{aligned}\text{ค่าใช้จ่ายเมื่อใช้เครื่องยนต์ดีเซลเดิม} &= \text{ค่าเชื้อเพลิง} + \text{ค่าบำรุงรักษา} \\ &= 662,929 + 15,000 \\ &= 677,929 \text{ บาท}\end{aligned}$$

เมื่อเปลี่ยนเป็นระบบ Dedicate

ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ = 0 ลิตร

ปริมาณแก๊สเอ็นจีวีที่ใช้ = 18,572.50 กิโลกรัม

$$\begin{aligned}\text{ค่าใช้จ่ายเมื่อเปลี่ยนเป็นระบบ Dedicate} &= \text{ค่าเชื้อเพลิง} + \text{ค่าบำรุงรักษา} \\ &= 157,866.25 + 20,000 \\ &= 177,866.25 \text{ บาท}\end{aligned}$$



ภาพที่ 4-21 แสดงระยะทางที่เหมาะสมคุ้มทุนระบบ Dedicate

ตารางที่ 4-32 แสดงระยะทางที่คุ้มทุนระบบ DDF และ Dedicate

ระบบ DDF.	
i	ระยะทางคุ้มทุน
0.50	30
1.00	48
1.50	66
2.00	84
2.50	103
3.00	121
3.50	139
4.00	158
4.50	176
5.00	193
5.50	213
6.00	230
6.50	249
7.00	267
7.50	285
8.00	302
8.50	322
9.00	339
9.50	357
10.00	378

ระบบ Dedicate	
i	ระยะทางที่คุ้มทุน
0.50	21
1.00	35
1.50	49
2.00	57
2.50	73
3.00	82
3.50	109
4.00	122
4.50	138
5.00	169
5.50	192
6.00	202
6.50	212
7.00	226
7.50	233
8.00	243
8.50	256
9.00	276
9.50	289
10.00	320

4.9 หาคำน้ำมันดีเซลที่เหมาะสม

4.9.1 สำหรับระบบ DDF.

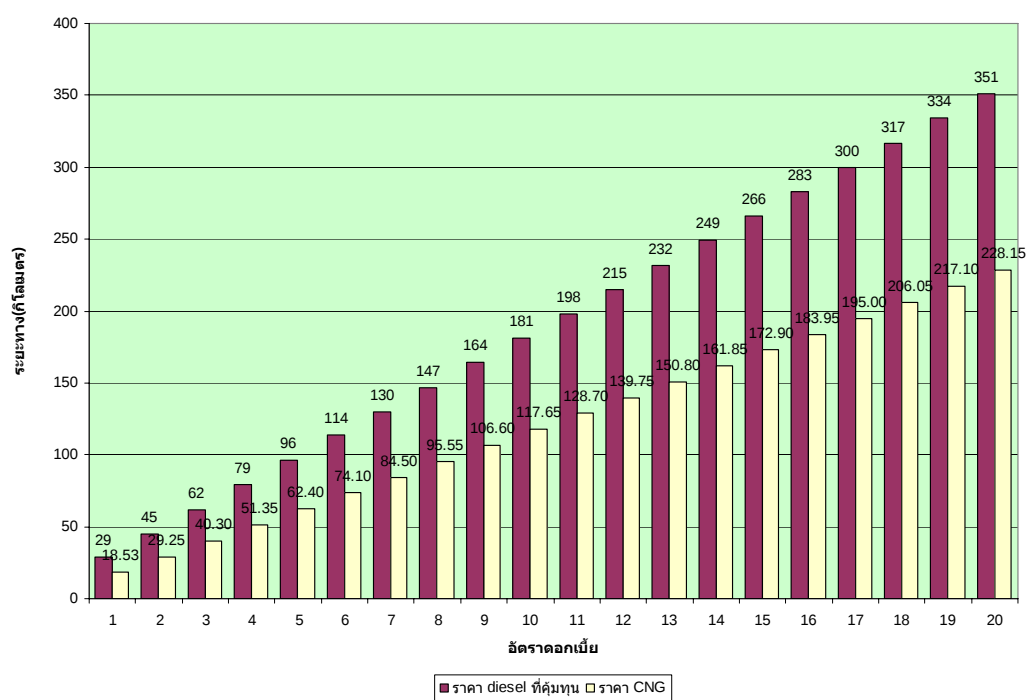
ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ 5,075.78 ลิตร

ราคาขายปลีกแก๊สซีเอ็นจี = 65% ของน้ำมันดีเซล

เมื่อเปลี่ยนเป็นระบบ DDF.

ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ = 3,045.47 ลิตร

ปริมาณแก๊สเอ็นจีวีที่ใช้ = 2,030.31 กิโลกรัม



ภาพที่ 4-22 กราฟราคาดีเซลที่เหมาะสมคุ้มทุนระบบ DDF

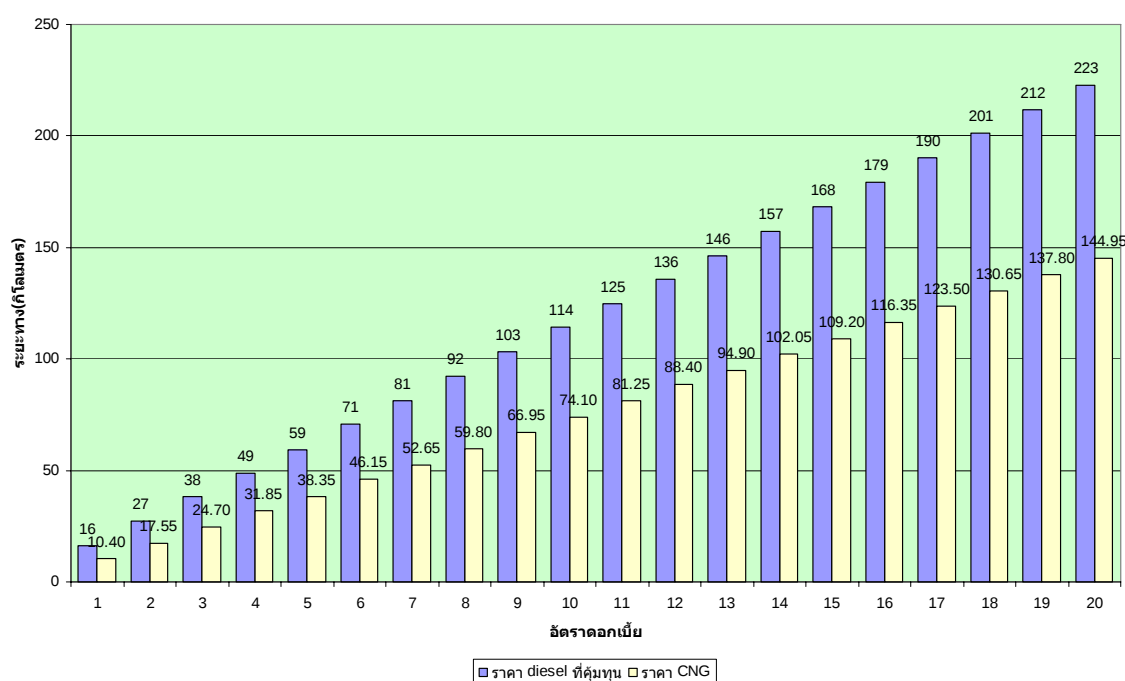
4.9.2 สำหรับระบบ Dedicate

ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ 5,075.78 ลิตร

เมื่อเปลี่ยนเป็นระบบ Dedicate

ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ = 0 ลิตร

ปริมาณแก๊สเอ็นจีวีที่ใช้ = 4,314.41 กิโลกรัม



ภาพที่ 4-23 แสดงกราฟราคาดีเซลที่เหมาะสมระบบ Dedicate

ตารางที่ 4-33 แสดงราคาดีเซลที่คุ้มทุนระบบ DDF และ Dedicate

ระบบ DDF.	
i	ราคา diesel ที่คุ้มทุน
0.50	29
1.00	45
1.50	62
2.00	79
2.50	96
3.00	114
3.50	130
4.00	147
4.50	164
5.00	181
5.50	198
6.00	215
6.50	232
7.00	249
7.50	266
8.00	283
8.50	300
9.00	317
9.50	334
10.00	351

ระบบ Dedicate	
i	ราคา diesel ที่คุ้มทุน
0.50	16
1.00	27
1.50	38
2.00	49
2.50	59
3.00	71
3.50	81
4.00	92
4.50	103
5.00	114
5.50	125
6.00	136
6.50	146
7.00	157
7.50	168
8.00	179
8.50	190
9.00	201
9.50	212
10.00	223

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาต้นทุนการใช้แก๊สเอ็นจีวีในรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จนี้ ทำการศึกษาทั้งระบบ DDF และ Dedicate โดยกำหนดให้อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงอยู่ที่ 4.80 กิโลเมตรต่อลิตร ราคาเชื้อเพลิงที่ใช้อ้างอิง ณ วันที่ 15 ตุลาคม 2551 โดยน้ำมันดีเซลมีราคา 30.34 บาทต่อลิตร และแก๊สเอ็นจีวีมีราคา 8.50 บาทต่อกิโลกรัม

5.1 ข้อสรุป

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงินในด้านต้นทุน พบว่าการลงทุนยังไม่คุ้มค่า แม้ว่าราคาขายปลีกของน้ำมันดีเซลกับแก๊สเอ็นจีวีจะต่างกันมาก สาเหตุเนื่องมาจากระยะทางที่รถวิ่งในแต่ละวันเป็นระยะทางประมาณ 72 กิโลเมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่สั้นเกินไป

สำหรับการวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงด้านการเงิน เมื่อกำหนดให้น้ำมันดีเซลมีราคาเพิ่มขึ้นและลดลง ร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 และราคาของแก๊สเอ็นจีวีเป็นสัดส่วนร้อยละ 35, 40, 45, 50, 55, 60 และ 65 ของราคาขายปลีกน้ำมันดีเซล พบว่าการลงทุนก็ยังไม่คุ้มค่าอยู่นั่นเอง โดยที่ค่า NPV จะให้ค่าเป็นบวก ที่อัตราดอกเบี้ยสูงสุด 4% เมื่อราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 20% และราคา NGV เท่ากับ 8.50 บาท ซึ่งอัตราดอกเบี้ยดังกล่าวอยู่ในอัตราที่ต่ำ มากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของธนาคารพาณิชย์ ที่มีค่า MOR อยู่ระหว่าง 6-8% ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาราคาขายปลีกของน้ำมันดีเซลที่เหมาะสมกับการลงทุน และวิเคราะห์หาระยะทางการใช้รถต่อวันที่เหมาะสมกับการลงทุนต่อไป

หากพิจารณาระยะทางที่รถวิ่งในแต่ละวันให้คุ้มค่าในการลงทุน โดยยื่นราคาน้ำมันดีเซลอยู่ที่ 30.34 บาทต่อลิตร และแก๊สเอ็นจีวีราคา 8.50 บาทต่อกิโลกรัม พบว่า ระบบ DDF มีระยะวิ่งที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 30-378 กิโลเมตรต่อวัน ส่วนระบบ Dedicate นั้นมีระยะวิ่งที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 21-320 กิโลเมตรต่อวัน

ส่วนราคาขายปลีกของน้ำมันดีเซลที่เหมาะสมกับการลงทุน โดยที่ยังคงระยะวิ่งเท่าเดิมนั้น พบว่าระบบ DDF ราคาขายปลีกของน้ำมันดีเซลจะอยู่ระหว่าง 29-351 บาทต่อลิตร ส่วนระบบ Dedicate นั้นราคาขายปลีกของน้ำมันดีเซลจะอยู่ระหว่าง 16-223 บาทต่อลิตร

ในส่วนของผลดีและผลเสียจากการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ จากการใช้น้ำมันดีเซลมาเป็นแก๊สเอ็นจีวี พบว่า ผลพิษที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยรวมลดน้อยลงและการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจากการเปรียบเทียบราคาเชื้อเพลิงต่อหน่วยความร้อน และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงในรูปของพลังงานนั้น แก๊สเอ็นจีวีมีการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยกว่าน้ำมันดีเซล ส่วนข้อเสียที่เกิดขึ้นได้แก่ กำลังของเครื่องยนต์ตกที่ความเร็วรอบสูง บำรุงรักษารวดเร็วกว่าปกติ

ด้านความปลอดภัย แก๊สซีเอ็นจีมีจุดวาบไฟสูงกว่าเชื้อเพลิงประเภทอื่น ประกอบกับการที่แก๊สซีเอ็นจีเป็นแก๊สที่มีน้ำหนัก ทำให้เกิดการติดไฟยาก แต่เนื่องจากการบรรจุก่อให้เกิดความดันสูง ดังนั้นหากเกิดการปะทะรุนแรงเกิดการระเบิดก่อให้เกิดความเสียหายได้มาก

นอกจากนี้แก๊สเอ็นจีวียังสามารถผลิตได้เองในประเทศ หากเปลี่ยนมาใช้กันมากขึ้นจะช่วยลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศได้ ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ข้างต้นจะเห็นว่าเหมาะกับรถที่ต้องวิ่งเป็นระยะทางไกลๆ ซึ่งได้แก่รถที่ใช้ในการขนส่งสินค้าและผู้โดยสาร

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไป

5.2.1 ควรพิจารณาการจัดการทำงานของรถประเภทอื่น เนื่องจากรถประเภทต่างๆ มีข้อจำกัดการใช้งานต่างกันออกไป

5.2.2 ความเปลี่ยนแปลงด้านราคาของน้ำมันดีเซลมีสูง ดังนั้นควรพิจารณาอย่างสม่ำเสมอ

5.2.3 รัฐอาจมีการปรับเปลี่ยนนโยบายด้านพลังงาน และการเงินต่างๆ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 แนะนำให้ใช้ในอุตสาหกรรมขนส่งมากกว่ารถยนต์ส่วนตัวเนื่องจากรถมีระยะวิ่งสูง

5.3.2 เนื่องจากราคาติดตั้งสูงจึงเป็นอุปสรรคในการลงทุน รัฐจึงควรพิจารณาลดภาษีอันเกี่ยวเนื่องกับการติดตั้งดังกล่าว

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรมธุรกิจพลังงาน. บทความเรื่องก๊าซธรรมชาติ. กรุงเทพมหานคร : กรมธุรกิจพลังงาน, 2546.

กรมประกันภัย. ประกาศกรมประกันภัย. [ออนไลน์] 2552. [สืบค้นวันที่ 14 มกราคม 2552].

จาก <http://www.gasthai.com/article/html/221.html>

กลุ่มพัฒนาการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม ศอ.4. อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้โรงไฟฟ้า
กระจุก ไม่กระจายตัว. [ออนไลน์] 2551. [สืบค้นวันที่ 11 ตุลาคม 2551]. จาก

http://hpe4.anamai.moph.go.th/hia/province_mix.php

การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. บทความเรื่องก๊าซธรรมชาติ. กรุงเทพมหานคร :

การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2544.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. รายงานแนวโน้มเงินเฟ้อ. [ออนไลน์] 2552. [สืบค้นวันที่
19 เมษายน 2552]. จาก

<http://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/Inflation/Pages/index.aspx>

ธานี สืบฤกษ์. แนวทางสนับสนุนการใช้ NGV ในภาคขนส่ง. กรุงเทพมหานคร :

สำนักวิศวกรรมและความปลอดภัย กรมการขนส่งทางบก, 2549.

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). ทำไมต้อง NGV. [ออนไลน์] 2552. [สืบค้นวันที่ 19 มกราคม

2552]. จาก http://pttweb2.pttplc.com/webngv/TH/kw_ch.aspx

_____. มาตราการสนับสนุนจากภาครัฐ. [ออนไลน์] 2552. [สืบค้นวันที่ 14 มกราคม

2552]. จาก http://pttweb2.pttplc.com/webngv/TH/kw_cr.aspx

_____. รอยนต์ใช้ก๊าซธรรมชาติ (NGV). [ออนไลน์] 2552. [สืบค้นวันที่ 14 มกราคม

2552]. จาก <http://www.aetc.rtaf.mi.th/pdf/NGV.pdf>

_____. สถานีบริการ NGV ที่เปิดบริการแล้ว. [ออนไลน์] 2551. [สืบค้นวันที่ 10

กุมภาพันธ์ 2551]. จาก http://pttweb2.pttplc.com/webngv/st_op.aspx

วันชัย ธิวัณชัย. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย, 2535.

สำนักงานนโยบายและวางแผนพลังงาน. วิธีการดูแลรถยนต์ที่ใช้ NGV. [ออนไลน์] 2552.

[สืบค้นวันที่ 14 มกราคม 2552]. จาก http://www.eppo.go.th/ngv/ngv_care.html

อินทรีคอนกรีต. ที่ตั้งหน่วยผลิต. [ออนไลน์] 2551. [สืบค้นวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2551]. จาก

<http://www.inseeconcrete.com/plant.php>

ภาษาอังกฤษ

IANGV. **IANGV Emission Report 31/03/2000**. New Zealand : IANGV (International Association for Natural Gas Vehicles), 2000, อ้างถึงใน บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). **ทำไมต้อง NGV**. [ออนไลน์] 2551. [สืบค้นวันที่ 8 ธันวาคม 2551].
จาก http://www.paramountngv.com/knowledge_detail.asp?apage=&id=10

Norman L. Newhouse and William E. Glaesemann. **Testing of NGV Fuel Containers in Corrosive Environments**. Proceeding of The NGV'96 Conference & Exposition. Kuala Lumpur, Malaysia. 30 September – 4 October 1996, อ้างถึงใน บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). **ทำไมต้อง NGV**. [ออนไลน์] 2551. [สืบค้นวันที่ 8 ธันวาคม 2551].
จาก http://www.paramountngv.com/knowledge_detail.asp?apage=&id=10

NGV Communications Group. **NGV's Statistics Balance**. [online] November 2007. [cited 2008 December 8]. Available from : URL :
<http://www.ngvgroup.com/pdf/stagvr70-112007.pdf>

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ: ผศ. ดร. สุพรชัย อุทัยนฤมล

ที่อยู่: 100/143 หมู่บ้านชัยพฤกษ์
 ต. บางรักพัฒนา อ. บางบัวทอง จ.นนทบุรี 11110
 E-mail: paul@kmitnb.ac.th, s_utainarumol@yahoo.co.th

สถานที่ทำงานปัจจุบัน: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
 โทรศัพท์: (02) 913-2500 ต่อ 8621
 โทรสาร: (02) 587-4337

การศึกษา:

วศ.บ. สาขาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ประเทศไทย , 2532
 วศ.ม. สาขาวิศวกรรมขนส่งและจราจร สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย,ประเทศไทย, 2535
 Ph.D. สาขาวิศวกรรมขนส่งและจราจร, Vanderbilt University (VU), USA, 2541
 หัวข้อวิทยานิพนธ์: “GIS APPLICATIONS FOR IDENTIFYING
 HAZARDOUS LOCATIONS AND EVALUATING VARIOUS
 HAZARDOUS LOCATION ALGORITHMS”

ความชำนาญ:

- ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System)
- อุบัติเหตุเกี่ยวกับการขนส่งและจราจร (Traffic Accident)
- การศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment)
- การศึกษารูปแบบและประมาณการการเดินทาง (Travel Demand Modeling and Forecasting)
- การวิเคราะห์ระบบขนส่ง (Transportation System Analysis)
- การจัดการการจราจร (Traffic Management)

สมาชิกสมาคม:

- วิศวกรจดทะเบียนวิชาชีพแห่งประเทศไทย (สาขา วิศวกรรมโยธา)
- สมาชิกสมาคมศิษย์เก่า Vanderbilt University, USA

- สมาชิกสมาคมนักเรียนไทยใน Vanderbilt University, USA
- สมาชิกสถาบัน Institute of Transportation Engineering (ITE), USA
- สมาชิกสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
- สมาชิกสมาคมศิษย์เก่าสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT)
- สมาชิกสมาคมศิษย์เก่าสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (KMUTT)
- สมาชิกชมรมผู้ประกอบการวิชาชีพวิศวกรรมโยธา แห่งประเทศไทย
- สมาชิกสมาคมวิทยาการจราจรแห่งประเทศไทย
- สมาชิกสภาวิศวกร

กรรมการ:

- อนุกรรมการสาขาการจราจรและขนส่ง วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ พ.ศ. 2549-2550
- อนุกรรมการสาขาการจราจรและขนส่ง วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ พ.ศ. 2547-2548
- อนุกรรมการสาขาการจราจรและขนส่ง วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ พ.ศ. 2545-2546
- กรรมการตรวจประเมินบทความทางวิชาการที่นำเสนอในการประชุม “ 5th Eastern Asia Society for Transportation Studies ” Fukuoka, Japan พ.ศ. 2546
- กรรมการตรวจประเมินและคัดเลือกบทความทางวิชาการดีเด่นที่นำเสนอ ในการประชุมวิชาการวิศวกรรมขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2546

การอบรม:

“Geographic Information System in Transportation” ณ University of South Australia, Adelaide, Australia วันที่ 1 มีนาคม 2542 ถึง 30 เมษายน 2542

“Geo-Informatics and GIS Modeling” ณ สถาบัน ITC ประเทศเนเธอร์แลนด์ วันที่ 24 สิงหาคม 2545 ถึง 8 กันยายน 2545

ประวัติการทำงาน:

2537-ปัจจุบัน: อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

- 2532-2537: อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- 2535-ปัจจุบัน: อาจารย์พิเศษภาควิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
- 2541-ปัจจุบัน: อาจารย์พิเศษภาควิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ประสบการณ์สอน:

- ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของการขนส่ง (Geographic Information System in Transportation)
- วิศวกรรมจราจร (Traffic Engineering)
- วิศวกรรมการขนส่ง (Transportation Engineering)
- ลักษณะการขนส่ง (Transportation Characteristics)
- การวางแผนการขนส่ง (Transportation Planning)
- วิศวกรรมการทาง (Highway Engineering)
- การทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมการทาง (Highway Materials and Testing Laboratory)
- การออกแบบผิวทาง (Pavement Design)
- การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในงานวิศวกรรมโยธา (Computer Applications in Civil Engineering)

งานวิจัย:

- 2547-2548: - “The Study of Causes and Factors Affecting the Hazardous Material Vehicle Accidents”, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- 2545-2546: - “Study on the Use of Wasted Tire Particles on Soft Surface Concrete Paving Block”, ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
- 2543-2544: - “GIS Application for Identifying Hazardous Highway Locations in Thailand”,

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

- 2537-2541: - “GIS Application for Identifying Hazardous Locations and Evaluating Various Hazardous Location Algorithms”,
Vanderbilt University, USA
- 2534-2535: - “Integration of Public Water Transportation and BMTA Bus Transit Systems in Bangkok”, สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์

- 1) สุพรชัย อุทัยนฤมล, มณวดี ลิทธิคุณ, การศึกษาผลกระทบของการให้บริการรถตู้โดยสารในการจ่อรับส่งผู้โดยสารบริเวณป้ายรถเมล์, การประชุมวิชาการวิศวกรรมขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 3, 2549
- 2) สุพรชัย อุทัยนฤมล, สุรสิทธิ์ การทิพย์, การศึกษาผลกระทบจากการตั้งด่านตรวจของตำรวจต่อสภาพจราจร, การประชุมวิชาการวิศวกรรมขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 3, 2549
- 3) สุพรชัย อุทัยนฤมล, ชีรภัทร กาญจนอักษรเดช, การศึกษาระบบขนส่งชายฝั่งเพื่อการแก้ไขปัญหาการขนส่งสินค้าโดยรถบรรทุกในประเทศไทย: กรณีศึกษาการขนส่งยางพารา, การประชุมวิชาการวิศวกรรมขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 3, 2549
- 4) S. Utainarumol, The Existing Traffic Information System (TIS) and Recommendation of Integrated Traffic Information System (ITIS) in Bangkok Thailand, The 8th Asia-Pacific Intelligent Transport Systems Forum and Exhibition 2006, Hong Kong, Republic of China, 2006
- 5) สุพรชัย อุทัยนฤมล, ปริญญ์ เกิดจันทร์ตรง, การศึกษาปัญหาอุปสรรค และวิธีการแก้ไขของผู้ปฏิบัติงานสนามในการวางแผนทางราบ (The Study of Problems and Solutions of Field Surveying on Horizontal Alignment), การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 11, 2549
- 6) สุพรชัย อุทัยนฤมล, ผลกระทบต่อความปลอดภัยจากการตั้งด่านตรวจของเจ้าหน้าที่ตำรวจ (Safety Impact from Roadside Inspection of Polices), การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 11, 2549
- 7) สุพรชัย อุทัยนฤมล, การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินความเสี่ยงของเส้นทางขนส่งสินค้าอันตรายบนถนนทางหลวงในประเทศไทย (GIS

Applications for Risk Analysis of Hazardous Materials Transport on Highways in Thailand), การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 11, 2549

- 8) สุพรชัย อุทัยนฤมล, ปริญญา ถนัดทาง, วิรัช หิรัญ การศึกษาค่าเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคล (PCE) บนถนนในเมืองและถนนนอกเมืองขนาด 2 ช่องจราจร และ 4 ช่องจราจรขึ้นไปในประเทศไทย(The Study on PCE for Urban Road and 2-Lane and 4-Lane Rural Road in Thailand), การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 11, 2549
- 9) สุพรชัย อุทัยนฤมล, การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการหาจุดอันตรายบนถนนทางหลวงในประเทศไทย (GIS Applications for Identifying Hazardous Highway Locations in Thailand), การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 9, 2547
- 10) สุรสิทธิ์ การทิพย์, สุพรชัย อุทัยนฤมล, การศึกษาลักษณะการตั้งด่านตรวจของตำรวจและแนวทางในการศึกษาผลกระทบ (The Study of Characteristics of Roadside Inspection of Polices and the Suggestion for Traffic Impact Study), การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 9, 2547
- 11) เฉลิมพล ไชยแก้ว, ปิติ สุคนธสุขกุล, สุพรชัย อุทัยนฤมล, การศึกษาการใช้ผงกากยางรถยนต์เก่าในคอนกรีตบล็อกปูถนนแบบอ่อน (Study on the Use of Wasted Tire Particles on the Soft Surface Concrete Paving Block), การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 9, 2547
- 12) สุพรชัย อุทัยนฤมล, ประเสริฐ ศรีชัยตัน, การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมในงานวางแผนทางหลวง, การประชุมวิชาการวิศวกรรมขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 1, 2546
- 13) เฉลิมพล ไชยแก้ว, ปิติ สุคนธสุขกุล, สุพรชัย อุทัยนฤมล, การศึกษาเบื้องต้นการใช้ผงยางรถยนต์เก่าเป็นส่วนผสมในคอนกรีตบล็อกปูถนน, การประชุมวิชาการวิศวกรรมขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 1, 2546
- 14) สุกิจ ปัญจธนศักดิ์, ธวัชชัย เหล่าศิริหงส์ทอง, สุพรชัย อุทัยนฤมล, การพัฒนางานวิจัยด้านความปลอดภัยทางถนนในประเทศไทย, การประชุมวิชาการวิศวกรรมขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 1, 2546

- 15) สุพรชัย อุทัยนฤมล, ประเสริฐ ศรีชัยตัน, The Geographic Information System for KMITNB (GIS-KMITNB), การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8, 2545
- 16) สุพรชัย อุทัยนฤมล, Developing Public Utilities Information System for KMITNB Using GIS, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 7, 2544
- 17) สุพรชัย อุทัยนฤมล, The Study of Aircraft Noise and Environmental Impacts at Bangkok International Airport, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 7, 2544
- 18) สุพรชัย อุทัยนฤมล, ระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 6, 2543
- 19) สุพรชัย อุทัยนฤมล, การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการสร้างแผนที่เขตรายถูรบุรณะ และทุ่งครุ, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 5, 2542
- 20) S. Utainarumol, R.E. Stammer, An Evaluation of Methods for Identifying Hazardous Highway Locations, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies Vol. 3, No. 1, 1999.
- 21) S. Utainarumol, R.E. Stammer, GIS Application for Better Identification of Hazardous Highway Locations, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies Vol. 3, No. 1, 1999.

การทำงานในสาขาวิศวกรรมขนส่ง:

Traffic Planner: “The Feasibility Study of Bangkhuntien-Sea Side Road”,

ของ กรุงเทพมหานคร, 2533

Accident Analysis Specialist: “Analysis of Highway Hazardous Location and

Traffic/Transport Improvement in Urban Development”, ของ บริษัท
ทรานส์คอนเซาท์ จำกัด, 2541

Accident Data System Specialist: “Action Plans Coordination and Pilot Studies on

Road Safety” โดย บริษัท SweRoad, TransConsult, and AEC ภายใต้
โครงการของกระทรวงคมนาคม, 2542

MIS/GIS Specialist: “Environmental Capacity and Preparation of Guidelines” โดย

บริษัท SweRoad, Seatec, and TransConsult ภายใต้โครงการของกรมทางหลวง, 2544

Transport Planner: “Koh Chang Master Plan Project” โดยบริษัท AEC, Maha Nakhon, and Thara ภายใต้โครงการของสภาพัฒน์ฯ, 2545

Transport Planner: “Suwannaphumi Airport Aeropolis Project” โดยบริษัท TEAM, AEC ภายใต้โครงการของสภาพัฒน์ฯ, 2546

Risk Analysis Specialist: “โครงการศึกษาประเมินความเสี่ยงจากการขนส่งวัตถุอันตรายในจังหวัดที่มีความเสี่ยงสูง” โดยบริษัท TEAM ภายใต้โครงการของกรมควบคุมมลพิษ, 2546-2547

Accident and Risk Analysis Specialist: “โครงการศึกษาประเมินความเสี่ยงจากการขนส่งวัตถุอันตรายในจังหวัดที่มีความเสี่ยงสูง” โดยบริษัท COT ภายใต้โครงการของกระทรวงคมนาคม, 2546-2547

Transport Specialist: “โครงการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการพัฒนาลุ่มน้ำคลองวังชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก” โดยบริษัท แอ็กทีคอนซัลท์ จำกัด และ บริษัท จีเอ็มที คอร์ปอเรชั่น จำกัด ภายใต้โครงการของกรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2546-2547

ผู้เชี่ยวชาญด้านการฝึกอบรม: “โครงการศึกษาการจัดทำมาตรฐานความปลอดภัยด้านการจราจรและขนส่ง (ส่วนที่ 1: ป้ายจราจร เครื่องหมายจราจร และสัญญาณไฟจราจร)” โดยมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี และ บริษัท TransConsult จำกัด ภายใต้โครงการของสำนักงานนโยบายและแผนการจราจรและขนส่ง (สนข) , 2546-2547

ผู้เชี่ยวชาญด้านเศรษฐศาสตร์การขนส่ง: “โครงการศึกษาและวิเคราะห์เบื้องต้นความเป็นไปได้ของโครงการตามแผนแม่บทการใช้ประโยชน์จากที่ดินของท่าเรือแหลมฉบัง” โดยบริษัทเกษมศิษย์ แอนด์ คอนซัลแทนท์ จำกัด ภายใต้โครงการของท่าเรือแหลมฉบัง การท่าเรือแห่งประเทศไทย , 2547

ผู้จัดการโครงการและผู้เชี่ยวชาญด้านอุบัติเหตุจราจร: “โครงการศึกษาวิเคราะห์และแก้ไขปัญหการจราจรและอุบัติเหตุบริเวณนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด

(ระยอง)” โดยบริษัท Air Save จำกัด ภายใต้โครงการของ บริษัท เหม
ราชพัฒนาที่ดิน จำกัด, 2547

รองประธานกรรมการจัดทำมาตรฐานด้านการป้องกันอุบัติเหตุทางถนน: “โครงการจัดทำ
มาตรฐานกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น” โดยวิศวกรรมสถานแห่ง
ประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) ภายใต้โครงการของกรม
ส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น, 2547-2548

Traffic Information Specialist: “โครงการ The Intermodal Services Integration for the
improvement of Mobility, Accessibility, Sustainability and Livelihood
for Bangkok Metropolitan Region (BMR) and Surrounding Area” โดย
บริษัท AEC, PCI, TESCO, และ TransConsult ภายใต้โครงการของ
สำนักงานนโยบายและแผนการจราจรและขนส่ง (สนข) , 2547-2548

วิศวกรขนส่ง: “โครงการกำหนดแผนเร่งด่วนในการปรับปรุงเบ็ดเสร็จบนถนนสายหลัก”
โดยมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภายใต้โครงการของ
สำนักงานนโยบายและแผนการจราจรและขนส่ง (สนข) , 2548

วิศวกรจราจร: “โครงการศึกษาความเหมาะสมการพัฒนาเมืองและโครงข่ายระบบขนส่ง
เพื่อรองรับเส้นทางลัดสู่ภาคใต้ (สมุทรสาคร-แหลมผักเบี้ย-ชะอำ) โดย
มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร
เหนือ ภายใต้โครงการของสำนักงานนโยบายและแผนการจราจรและ
ขนส่ง (สนข) , 2547-2548

นักวางแผนการขนส่ง: “โครงการพัฒนาระบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบและการ
จัดการต่อเนื่องระบบโลจิสติกส์เพื่อนำแผนไปสู่ภาคปฏิบัติ” โดย
บริษัท ทรานส์คอนซัลท์ จำกัด สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่ง
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์ความเป็นเลิศด้านโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัย
พระจอมเกล้าธนบุรี Wibur Smith Associates และคณะเทคโนโลยี
สารสนเทศ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี ภายใต้โครงการของ
สำนักงานนโยบายและแผนการจราจรและขนส่ง (สนข) , 2548

ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: “โครงการปรับปรุงและบำรุงรักษาระบบ
ฐานข้อมูลสารสนเทศ และแบบจำลองด้านการขนส่งและจราจร

(TDMC4)” โดยบริษัท ทรานส์คอนซัลท์ จำกัด และบริษัท ซี คอนซัลท์ เอ็นจิเนียริง จำกัด ภายใต้โครงการของสำนักงานนโยบายและแผนการจราจรและขนส่ง (สนข) , 2548

ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน: “โครงการศึกษาและออกแบบรายละเอียดโครงการแหลมผักเบี้ย มอเตอร์เวย์” โดยบริษัท Thai Engineering Consultant จำกัด ภายใต้โครงการของกรมทางหลวง, 2548

วิศวกรจราจร: “โครงการก่อสร้างสำนักงานกระทรวงกลาโหมแห่งใหม่” ภายใต้โครงการของกระทรวงกลาโหม, 2548

วิศวกรจราจร: “โครงการศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ วิศวกรรม และผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการมอเตอร์เวย์ ชะอำ-ชุมพร” โดยบริษัท ทรานส์คอนซัลท์ จำกัด บริษัท เทสโก คอนซัลแต้นส์ จำกัด และบริษัท MAA Consultant จำกัด ภายใต้โครงการของกรมทางหลวง, 2548-2549

นักวางแผนการขนส่ง: “โครงการศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ วิศวกรรม และผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการก่อสร้างทางหลวงแนวใหม่สายแยกทางหลวงหมายเลข 3195 – บรรจบทางหลวงหมายเลข 32” โดยบริษัท พี.วี.เอส. -95 คอนซัลแต้นซ์ จำกัด ภายใต้โครงการของกรมทางหลวง, 2548-2549

ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: “โครงการปรับปรุงและบำรุงรักษาระบบฐานข้อมูลข้อสนเทศ และแบบจำลองด้านการขนส่งและจราจร (TDMC5)” โดยบริษัท ทรานส์คอนซัลท์ จำกัด และบริษัท ซี คอนซัลท์ เอ็นจิเนียริง จำกัด ภายใต้โครงการของสำนักงานนโยบายและแผนการจราจรและขนส่ง (สนข) , 2549

นักวางแผนการขนส่ง: “โครงการวางและจัดทำผังกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และผังภาคตะวันออกเฉียงเหนือ” โดยบริษัท COT จำกัด ภายใต้โครงการของกรมโยธาธิการและผังเมือง, 2548-2549

นักวางแผนการขนส่ง: “โครงการงานบริการด้านวิศวกรรมสำรวจและออกแบบรายละเอียด โครงการก่อสร้างเพิ่มช่องจราจร ทางหลวงหมายเลข 3097 ตอนพระประโทน – ทางหลวงหมายเลข 35 จังหวัดนครปฐม - สมุทรสาคร” โดยบริษัท MAA Consultant จำกัด ภายใต้โครงการของกรมทางหลวง, 2549-2550

นักวางแผนการขนส่ง: “โครงการงานบริการด้านวิศวกรรมสำรวจและออกแบบ

รายละเอียด โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 สาย บางปะอิน-นครราชสีมา ตอน 2” โดยบริษัท MAA Consultant จำกัด และบริษัท เทสโก คอนซัลแต้นส์ จำกัด ภายใต้โครงการของกรมทางหลวง, 2549-2550

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS): “โครงการ

ศึกษาพัฒนาระบบติดตามและกำหนดมาตรการการขนส่งวัตถุอันตราย” โดยบริษัท ทรานส์คอนซัลท์ จำกัด บริษัท โสมาภาอินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยี จำกัดและบริษัท ซี คอนซัลท์ เอ็นจิเนียริง จำกัด ภายใต้โครงการของสำนักงานนโยบายและแผนการจราจรและขนส่ง (สนข) , 2549-2550

ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์จุดอันตรายและอุบัติเหตุ: “โครงการ The Study on Black

Spots Program Evaluation and Road Safety Engineering Capacity Strengthening” โดยบริษัท ทรานส์คอนซัลท์ จำกัด, ARRB Group, และ TRL Limited ภายใต้โครงการของสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง , 2549-2551

วิศวกรจราจรและขนส่ง: “งานการสำรวจและออกแบบรายละเอียด โครงการก่อสร้างถนน

ตามผังเมืองรวม ถนนสาย ก ผังเมืองรวมเมืองสุราษฎร์ธานี (ตอนที่ 2) จังหวัดสุราษฎร์ธานี” โดยบริษัท เซเวน แอสโซซิเอต คอนซัลแต้นส์ จำกัด ภายใต้โครงการของกรมทางหลวงชนบท, 2550

ชื่อ : นางอาทิตย์า นิ่มอนงค์

ที่อยู่ : 29/6 ซอยวิปัสสนา ถนนพุทธมณฑล สาย 5
 ต.บางกระทีก อ.สามพราน จ. นครปฐม 73210
 E-mail: k_atittaya@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

วศ.บ. สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยศรีปทุม , 2544

วศ.ม. สาขาวิศวกรรมขนส่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , 2551

ประวัติการทำงาน

2539-2540 ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่เขียนแบบ และประมาณราคา
 สถานที่ทำงาน หน่วยงานตึกช้าง กรุงเทพมหานคร
 2546-2550 ตำแหน่ง ผู้จัดการโครงการ
 สถานที่ทำงาน หน่วยงานบางตะไน จังหวัดนนทบุรี