

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ประชากร และวิธีการสุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ รถยนต์ใช้งาน ในแผนกยานพาหนะ ฝ่ายอาคารสถานที่ และยานพาหนะแบ่งรถใช้งานออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทรถส่วนกลางและประเภทรถประจำตำแหน่ง สำหรับประเภทรถส่วนกลางมีรถใช้งานอยู่ 5 ประเภทด้วยกัน คือ 1. รถ 6 ล้อ 2. รถบัส 3. รถตู้ 4. รถกระบะ และ 5. รถเก๋ง สำหรับงานวิจัยจะทำการวิเคราะห์เฉพาะ รถตู้ ซึ่งเป็นประเภทรถส่วนกลาง เท่านั้น

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 ข้อมูลในการคัดเลือกรถยนต์พร้อมทั้งข้อมูลเครื่องยนต์

3.2.2 ข้อมูลประวัติและประวัติการใช้งานของรถยนต์ในแผนกยานพาหนะ ฝ่ายอาคารสถานที่ และยานพาหนะ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.3.3 ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในรถยนต์ของ แผนกยานพาหนะ ฝ่ายอาคารสถานที่และยานพาหนะ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.3.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในการคัดเลือกรถยนต์พร้อมทั้งข้อมูลเครื่องยนต์และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ

3.3.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) เป็นข้อมูลที่ได้ติดต่อฝ่ายอาคารสถานที่และยานพาหนะ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ประกอบด้วย

- ข้อมูลจำนวนรถยนต์
- ข้อมูลประเภทของรถยนต์
- ข้อมูล วัน เดือน ปี ที่รถยนต์เข้าประจำการ

- ข้อมูลระยะเวลาประจำการของรถยนต์แต่ละคันตั้งแต่เริ่มเข้าประจำการจนถึง 31 มิ.ย.

2552

- ข้อมูลยี่ห้อและชนิด(รุ่น)ของรถยนต์แต่ละคัน
- ข้อมูลค่าเบี้ย พรบ.,ค่าเบี้ยประกันภัยและค่าต่อภาษี ในแต่ละปีของรถยนต์แต่ละคัน
- ข้อมูลระยะทางการใช้งานของรถยนต์แต่ละคันตั้งแต่เริ่มเข้าประจำการ จนถึง 31 มิ.ย.

2552

- ข้อมูลค่าซ่อมบำรุงของรถยนต์แต่ละคัน
- ข้อมูลค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์แต่ละคัน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในแผนกยานพาหนะ ฝ่ายอาคารสถานที่และยานพาหนะแบ่งรถใช้งานออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทรถส่วนกลางและประเภทรถประจำตำแหน่ง สำหรับงานวิจัยจะทำการวิเคราะห์เฉพาะ ประเภทรถส่วนกลาง ซึ่งมีรถใช้งานอยู่ 5 ประเภทด้วยกัน คือ 1. รถ 6 ล้อ 2. รถบัส 3. รถตู้ 4. รถกระบะ และ 5. รถเก๋ง ซึ่งโดยปกติแล้วรถใช้งานในแผนกยานพาหนะจะมีอายุการใช้งาน 350,000 ถึง 400,000 กิโลเมตร หรือ 8 ปี แล้วจะทำการของบประมาณในการจัดซื้อใหม่ทดแทนรถซึ่งยกเลิกการใช้งาน ซึ่งข้อมูลรถของของแผนกยานพาหนะเป็น ดังนี้



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่..... ส.ค. ๒๕๕๕
เลขทะเบียน..... 249004
เลขเรียกหนังสือ.....

13

ตารางที่ 3.1 ประวัติรถประเภทรถส่วนบุคคล แผนกยานพาหนะ

ลำดับ	ทะเบียนรถ	ประเภทรถ	วันที่ซื้อ	ระยะเวลา	ชื่อรถ	ชนิดรถ	ค่าเบี้ยประกัน	ค่าต่อภาษี	หมายเหตุ
1	41-3406	รถ 6 ล้อ	17 ก.ย. 2542	9 ปี 9 เดือน	TOYOTA	-	3,437.91	2,200.00	
2	41-5773	รถ 6 ล้อ	31 ก.ค. 2551	11 เดือน	HINO	XZU423R-HKMTBT3	3,739.17	2,600.00	
3	41-5014	รถบรรทุก	13 ม.ค. 2548	4 ปี 5 เดือน	SCANIA	-	4,017.85	3,600.00	
4	41-5426	รถบรรทุก	3 ต.ค. 2549	2 ปี 8 เดือน	SCANIA	K94IB4X2	4,017.85	3,600.00	
5(1)	อย-9353	รถตู้	8 ต.ค. 2545	6 ปี 8 เดือน	TOYOTA	HIACE	1,182.35	1,600.00	
6(2)	อย-9354	รถตู้	8 ต.ค. 2545	6 ปี 8 เดือน	TOYOTA	HIACE	1,182.35	1,600.00	
7(3)	อย-3640	รถตู้	11 มี.ค. 2546	6 ปี 3 เดือน	TOYOTA	HIACE	1,182.35	1,600.00	
8(4)	อย-3646	รถตู้	11 มี.ค. 2546	6 ปี 3 เดือน	TOYOTA	HIACE	1,182.35	1,600.00	
9(5)	สก-1826	รถตู้	20 ก.ย. 2547	4 ปี 9 เดือน	TOYOTA	HIACE	1,182.35	1,600.00	
10(6)	สก-2083	รถตู้	16 มิ.ย. 2549	3 ปี	TOYOTA	COMMUTER	1,182.35	1,900.00	
11(7)	สง-7039	รถตู้	28 มิ.ย. 2550	2 ปี 8 เดือน	TOYOTA	HIACE	1,182.35	1,900.00	
12(8)	สน-5041	รถตู้	22 ส.ค. 2551	10 เดือน	TOYOTA	HIACE	1,182.35	1,600.00	
13	พล-6931	รถกระบะ	28 ก.ค. 2540	11 ปี 11 เดือน	ISUZU	-	645.21	4,896.00	
14	ลบ-6040	รถกระบะ	13 ต.ค. 2542	9 ปี 8 เดือน	TOYOTA	-	967.28	900.00	
15	ภษ-3834	รถกระบะ	2 เม.ย. 2544	8 ปี 2 เดือน	TOYOTA	HILUX	645.21	6,557.60	
16	ภว-4069	รถเก๋ง	2 มี.ค. 2544	8 ปี 3 เดือน	TOYOTA	COROLLA	645.21	2,492.70	
17	ภว-5537	รถเก๋ง	9 มี.ค. 2544	8 ปี 3 เดือน	TOYOTA	COROLLA	645.21	2,492.70	

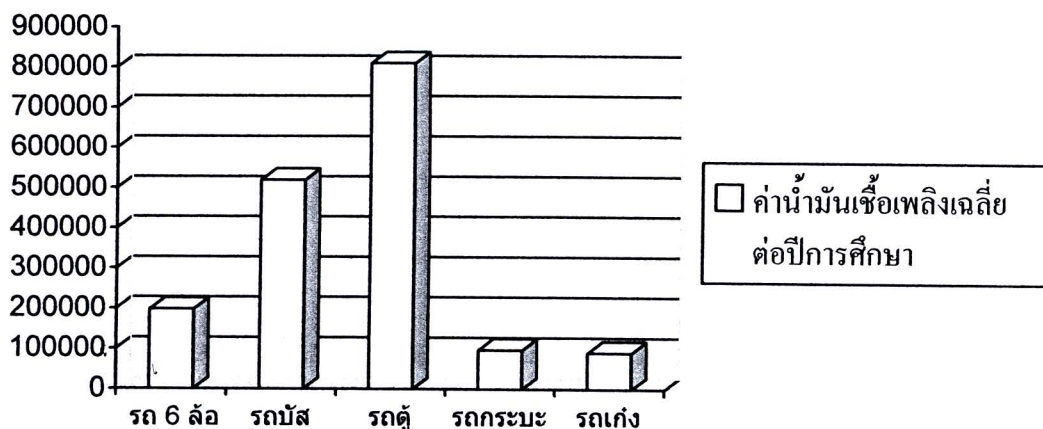
ที่มา:ฝ่ายอาคารสถานที่และยานพาหนะ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ตารางที่ 3.2 ประวัติการใช้งานรถประเภทรถส่วนบุคคล แผนกยานพาหนะ

ลำดับ	ระยะทาง (ปัจจุบัน) (๓ เดือน มิถุนายน 2552)	ค่าซ่อมรถยนต์ รวมทั้งหมด	การให้บริการ (เดือน มี.ย. 50 - พ.ค. 51)				การให้บริการ (เดือน มี.ย. 51 - พ.ค. 52)			
			จำนวนครั้งที่บริการ	ระยะทาง	ค่าน้ำมัน		จำนวนครั้งที่บริการ	ระยะทาง	ค่าน้ำมัน	
					ส่วนกลาง	หน่วยงาน (เดิม)			ส่วนกลาง	หน่วยงาน (เดิม)
1	200,132.00	224,054.35	212	25,311.00	23,160.06	55,035.00	181	14,179.00	27,039.57	27,540.00
2	26,015.00	80.25	-	-	-	-	127	20,978.00	18,599.15	112,892.00
3	132,609.00	481,536.40	93	15,184.00	24,957.84	181,400.00	158	30,538.00	55,537.48	272,945.00
4	87,242.00	149,329.74	172	33,298.00	19,466.07	247,000.00	172	29,960.00	23,718.58	213,748.00
5(1)	294,287.00	229,974.52	316	47,108.00	29,448.20	103,455.00	275	38,665.00	44,888.03	84,290.00
6(2)	296,171.00	256,755.54	296	41,609.00	24,837.43	129,486.00	307	25,395.00	45,266.12	41,840.00
7(3)	278,733.00	206,088.93	316	37,546.00	23,260.53	80,490.00	314	36,572.00	47,072.02	66,794.00
8(4)	332,634.00	231,078.62	522	44,440.00	26,602.95	96,300.00	450	78,028.00	55,809.44	81,778.00
9(5)	228,061.00	132,974.54	393	43,005.00	29,748.23	98,970.00	349	40,260.00	46,626.06	75,608.00
10(6)	92,971.00	36,602.44	252	27,987.00	18,618.66	49,360.00	547	70,294.00	34,982.00	30,141.00
11(7)	72,527.00	16,459.05	12	828.00	15,572.56	41,960.00	269	39,577.00	45,054.87	63,847.00
12(8)	35,294.00	2,043.55	252	26,764.00	18,618.66	49,360.00	226	21,411.00	21,936.98	21,790.00
13	243,486.00	46,069.00	262	21,917.00	18,635.63	22,585.00	215	14,734.00	31,937.67	2,760.00
14	125,395.00	64,998.43	274	12,342.00	19,465.96	2,340.00	346	11,037.00	26,331.03	1,100.00
15	158,862.00	110,590.17	313	17,532.00	20,364.70	8,900.00	375	14,629.00	37,181.88	3,100.00
16	206,734.00	182,374.41	757	28,710.00	39,319.00	10,190.00	468	21,236.00	40,488.35	7,100.00
17	216,716.00	183,710.00	380	27,032.00	30,151.23	11,885.00	491	14,497.00	40,156.38	2,077.00

ที่มา:ฝ่ายอาคารสถานที่และยานพาหนะ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิ เพื่อวิเคราะห์หาต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงที่สุดในแผนกยานพาหนะได้ผลเป็นดังนี้



ภาพที่ 3.1 แสดงต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อปีการศึกษา

พบว่า ต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุดคือ รถตู้ซึ่งมีจำนวน 8 คันมีค่าน้ำมันเชื้อเพลิงรวม 799,456.84 บาท/ปี (47.21% ของต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมด) ดังนั้นการศึกษานี้จึงทำการศึกษาการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงเฉพาะของรถตู้เท่านั้น

3.4.1 การศึกษาด้านการตลาด

3.4.1.1 ราคาเชื้อเพลิงในตลาด จากการศึกษาด้านการตลาดจะพบว่า สถิติราคาน้ำมันสำเร็จรูปมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา ในขณะที่ราคาก๊าซธรรมชาติค่อนข้างคงที่และมีราคาถูก ดังตารางที่ 3.3 ดังนั้นในการเปลี่ยนระบบมาใช้ก๊าซธรรมชาติน่าจะมีความคุ้มค่ามากกว่า ตารางที่ 3.3 ราคาน้ำมันสำเร็จรูปและก๊าซธรรมชาติ

วันที่	ราคาน้ำมันเบนซิน 91 (บาทต่อลิตร)	ราคาน้ำมันดีเซล (บาทต่อลิตร)	ราคาก๊าซธรรมชาติ (บาทต่อกิโลกรัม)
19 ม.ค.2550	25.69	22.94	8.5
24 ก.พ.2550	25.99	22.94	8.5
29 มี.ค.2550	27.19	24.14	8.5
26 เม.ย.2550	28.39	25.34	8.5
19 พ.ค.2550	29.59	25.34	8.5
02 มิ.ย.2550	29.19	25.34	8.5
27 ก.ค.2550	28.39	25.74	8.5
09 ส.ค.2550	27.59	25.34	8.5

ตารางที่ 3.3 ราคาน้ำมันสำเร็จรูปและก๊าซธรรมชาติ (ต่อ)

วันที่	ราคาน้ำมันเบนซิน 91 (บาทต่อลิตร)	ราคาน้ำมันดีเซล (บาทต่อลิตร)	ราคาก๊าซธรรมชาติ (บาทต่อกิโลกรัม)
22 ก.ย.2550	29.19	27.34	8.5
31 ต.ค.2550	30.39	28.14	8.5
23 พ.ย.2550	31.59	29.34	8.5
26 ธ.ค.2550	31.59	29.34	8.5
30 ม.ค.2551	31.69	29.14	8.5
28 ก.พ.2551	32.49	29.94	8.5
22 มี.ค.2551	32.99	30.94	8.5
30 เม.ย.2551	35.49	33.44	8.5
31 พ.ค.2551	38.99	39.04	8.5
30 มิ.ย.2551	41.79	42.64	8.5
30 ก.ค.2551	37.99	37.94	8.5
29 ส.ค.2551	36.29	33.04	8.5
19 ก.ย.2551	35.19	30.74	8.5
30 ต.ค.2551	28.59	22.84	8.5
25 พ.ย.2551	22.99	21.04	8.5
31 ธ.ค.2551	20.79	18.34	8.5
25 ม.ค.2552	23.59	18.34	8.5
15 ก.พ.2552	26.74	19.59	8.5
27 มี.ค.2552	28.84	22.69	8.5
29 เม.ย.2552	29.54	22.79	8.5
31 พ.ค.2552	32.34	25.39	8.5
20 มิ.ย.2552	32.94	27.39	8.5
29 ก.ค.2552	34.14	28.09	8.5

ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย

สำหรับราคาน้ำมันดีเซลเฉลี่ย ในช่วงเดือน มิ.ย. 50 ถึง พ.ค. 51 และ มิ.ย. 51 ถึง มิ.ย. 50 คือ 30.33 บาท และ 28.27 บาท ตามลำดับ

ซึ่งราคาน้ำมันดีเซลในปัจจุบัน(1 มิถุนายน 53) คือ 27.79 บาท/ลิตร ซึ่งมีราคาสูงขึ้นเมื่อเทียบกับ เดือน มกราคม 2550(22.94 บาท/ลิตร) ถึง 4.85 บาท และมีแนวโน้มที่สูงขึ้นอีกด้วย

3.4.1.2 การใช้รถตู้ทางการพาณิชย์ ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาการใช้รถตู้ทางการพาณิชย์ของบริษัทรถตู้ซึ่งให้บริการรับส่งผู้โดยสารระหว่างจังหวัด และใช้รถตู้ซึ่งติดตั้งระบบใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงว่ามีความคุ้มค่าหรือไม่อย่างไร ซึ่งบริษัทที่ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บข้อมูล คือ บริษัท ชมรมรถตู้ปราจีนบุรี ซึ่งให้บริการรับส่งผู้โดยสารระหว่างจังหวัดปราจีนบุรีและกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีรถตู้ในบริษัท 18 คัน (TOYOTA COMMUTER 2.7 vvt-i) และทุกคันใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงทั้งหมด ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลรถตู้ทางการพาณิชย์ของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง

อายุการใช้งาน	ระยะทางเฉลี่ยต่อปี/คัน(กิโลเมตร)	อัตราการสิ้นเปลือง		ผลต่างค่าน้ำมันเชื้อเพลิงต่อปี/คัน
		ก๊าซธรรมชาติ(บาท/km) *	Gasohol 95 (บาท/km) *	
4 ปี	98,500	1.18	2.96	175,330

ที่มา บริษัท ชมรมรถตู้ปราจีนบุรี

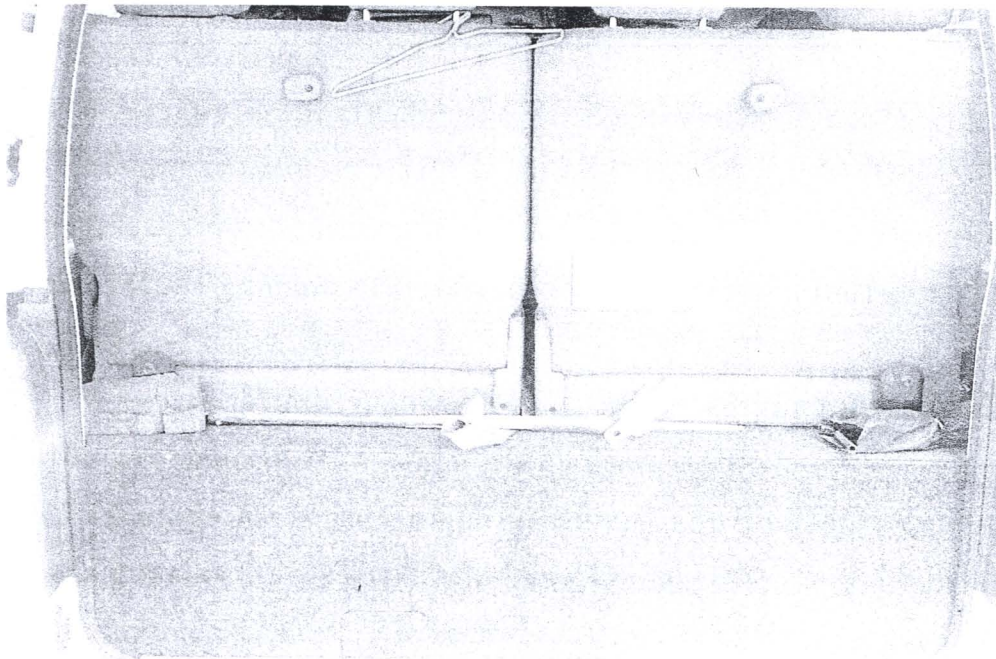
* หมายเหตุ ราคาขายปลีกน้ำมันเชื้อเพลิงของ ปตท. ในเขต กทม. และปริมณฑล

ณ วันที่ 1 มิถุนายน 2553

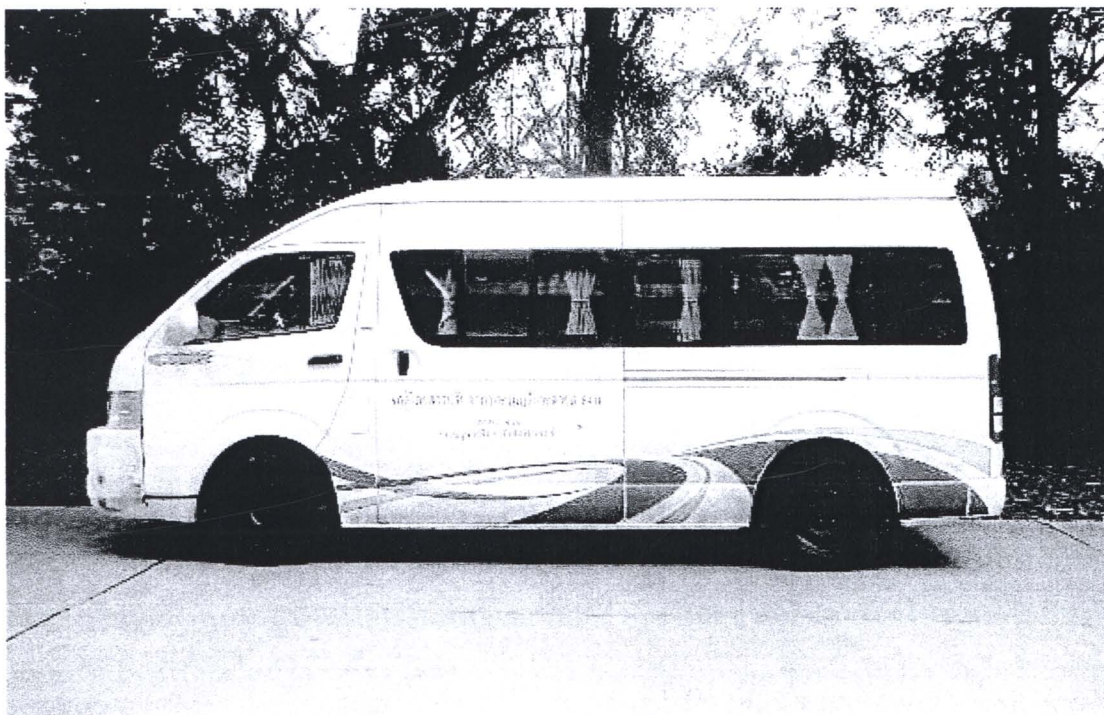
บริษัทแห่งนี้มีรถตู้ทั้งหมด 18 คัน ดังนั้นจะประหยัดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงได้ปีละ 175,330 * 18 = 3,155,940 บาท ซึ่งไม่เพียงแต่บริษัทนี้เท่านั้น แต่บริษัทรถตู้ที่ให้บริการรับส่งผู้โดยสารระหว่างจังหวัดทุกบริษัท หรือแม้แต่ ขสมก. ต่างใช้รถตู้ซึ่งติดตั้งระบบใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงทั้งสิ้น แสดงให้เห็นถึงความคุ้มค่าของการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง ของการใช้รถตู้ทางการพาณิชย์ ซึ่งมุ่งแสวงหาผลกำไรเป็นสำคัญ



ภาพที่ 3.2 แสดงรถตู้ TOYOTA COMMUTER 2.7 vvt-i ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย



ภาพที่ 3.3 แสดงบริเวณติดตั้งถังก๊าซธรรมชาติอัดของรถตู้ ซึ่งติดตั้งอย่างมิดชิด



ภาพที่ 3.4 แสดงรถตู้ ขสมก. ซึ่งใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง เช่นเดียวกับ บริษัทรถตู้เอกชนทั่วไป

3.4.2 การศึกษาด้านเทคนิคและวิศวกรรม

3.4.2.1 ก๊าซธรรมชาติ

ก๊าซธรรมชาติเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งประกอบด้วยไฮโดรเจนและคาร์บอนเกิดขึ้นจากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในโลกนับหลายล้านปีมาแล้ว ซึ่งซากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะมีองค์ประกอบของธาตุไฮโดรเจนและธาตุคาร์บอนเป็นหลัก การทับถมของซากสิ่งมีชีวิตเมื่อได้รับความร้อนและความกดดันของผิวโลก จะแปรสภาพเป็นก๊าซและน้ำมันที่มีองค์ประกอบเป็นสารไฮโดรคาร์บอนเป็นหลัก

ก๊าซธรรมชาติในสภาวะปกติจะมีสถานะเป็นก๊าซ โดยจะมีส่วนประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนหลายชนิด ได้แก่ มีเทน อีเทน โปรเพน บิวเทน เพนเทน เฮกเซน ฯลฯ หรืออาจจะประกอบด้วยมีเทนเพียงอย่างเดียวและอาจมีก๊าซคาร์บอนชนิดอื่น ๆ ปนอยู่บ้าง ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับลักษณะการทับถมของซากสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่เป็นต้นกำเนิดของก๊าซธรรมชาติ โดยส่วนใหญ่ก๊าซคาร์บอนไดรอกไซด์ (CO_2) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไนโตรเจน (N_2) และน้ำ เป็นต้น โดยสารประกอบนี้สามารถแยกออกจากกัน ได้ด้วยกระบวนการในโรงแยกการเพื่อสะดวกเพื่อสะดวกและเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ ก๊าซที่มีส่วนผสมของมีเทนปริมาณมาก เรียกว่า

ก๊าซแห้ง (dry gas) แต่หากมีส่วนผสมของ โพรเพน บิวเทน และพวกไฮโดรคาร์บอนเหลว หรือ ก๊าซโซลีน เช่น เพนเทน เฮกเซน ในปริมาณมาก เรียกว่า ก๊าซชื้น (wet gas)

ก๊าซธรรมชาติมีสารประกอบที่เป็นประโยชน์ เมื่อผ่านกระบวนการแยกที่โรงแยกก๊าซ แล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

3.4.2.1.1 ก๊าซมีเทน (C_1) ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมและนำไปอัดใส่ถังด้วยความดันสูง เรียกว่าก๊าซธรรมชาติอัด สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิง ในรถยนต์รู้จักกันในชื่อว่า “ก๊าซธรรมชาติอัดสำหรับยานยนต์” (natural gas for vehicle:NGA)

3.4.2.1.2 ก๊าซอีเทน (C_2) ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น สามารถนำไปใช้ผลิตเม็ดพลาสติกชนิดต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้แปรรูปต่อไป

3.4.2.1.3 ก๊าซโพรเพน (C_3) และก๊าซบิวเทน (C_4) โดยก๊าซโพรเพนใช้เป็น วัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นด้วยเช่นเดียวกัน และหากนำเอาก๊าซโพรเพนกับก๊าซบิวเทนมาผสมกัน อัดใส่ถังเป็นก๊าซปิโตรเลียมเหลว (liquefied petroleum gas:LPG) หรือที่เรียกว่า ก๊าซหุงต้มสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์ และใช้ในการ เชื่อมโลหะได้รวมทั้งยังนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทได้อีกด้วย

3.4.2.1.4 ไฮโดรคาร์บอนเหลว (heavier hydrocarbon) ซึ่งอยู่ในสถานะที่เป็น ของเหลวที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ เมื่อผลิตขึ้นมาถึงปากท่อบนแท่นผลิต สามารถแยกจาก ไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นก๊าซบนแท่นผลิต เรียกว่า คอนเดนเสท (condensate) สามารถลำเลียง ขนส่งโดยทางเรือหรือทางท่อ นำไปกลั่นเป็นน้ำมันสำเร็จรูปต่อไป

3.4.2.1.5 ก๊าซโซลีนธรรมชาติ แม้ว่าจะมีการแยกคอนเดนเสทออกเมื่อทำการ ผลิตขึ้นมาถึงปากท่อบนแท่นผลิตแล้ว แต่ก็ยังมีไฮโดรคาร์บอนเหลวบางส่วนหลุดไปกับ ไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นก๊าซ เมื่อผ่านกระบวนการแยกจากโรงแยกก๊าซธรรมชาติแล้ว ไฮโดรคาร์บอนเหลวนี้นี้ก็จะถูกแยกออก เรียกว่า ก๊าซโซลีนธรรมชาติ หรือ NGL (natural gasoline) และส่งเข้าไปยังโรงกลั่นน้ำมัน เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์น้ำมันสำเร็จรูปได้เช่นเดียวกับคอนเดน เสทและยังเป็นตัวทำละลาย ซึ่งนำไปใช้ในอุตสาหกรรมบางประเภทได้เช่นกัน

3.4.2.1.6 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อผ่านกระบวนการแยกแล้ว จะถูกนำไป ทำให้อยู่ในสภาพของแข็ง เรียกว่า น้ำแข็งแห้ง นำไปใช้ในอุตสาหกรรมถนอมอาหาร อุตสาหกรรม น้ำอัดลมและเบียร์ ใช้ในการถนอมอาหารระหว่างการขนส่ง นำไปเป็นวัตถุดิบสำคัญในการทำ ฝนเทียม เป็นต้น (บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), 2545)



3.4.2.2 คุณสมบัติจำเพาะของก๊าซธรรมชาติ

3.4.2.2.1 ค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) ค่าความถ่วงจำเพาะของก๊าซธรรมชาติ ซึ่งอยู่ในสถานะที่เป็นก๊าซ (เมื่ออากาศ = 1) โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.6 หมายความว่า อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ก๊าซธรรมชาติ เบาเพียง 0.6 เท่าของอากาศ จากค่าความถ่วงจำเพาะของก๊าซธรรมชาติ ทำให้เป็นก๊าซที่เบากว่าอากาศ ดังนั้นหากเกิดการรั่วไหล ก๊าซธรรมชาติจะอันตรายน้อยกว่าก๊าซ LPG เพราะก๊าซธรรมชาติจะฟุ้งกระจาย และลอยขึ้นเหนือบรรยากาศ

3.4.2.2.2 ค่าออกเทนัมเบอร์ (octane number) ก๊าซโซลีนมีค่าออกเทนัมเบอร์ (RON) ประมาณ 96, ก๊าซ LPG ประมาณ 100 และก๊าซธรรมชาติ มีค่า octan rating ประมาณ 130 โดยมีค่าออกเทนัมเบอร์สูงที่สุด ดังนั้นจึงมีการนำก๊าซ CNG มาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์

3.4.2.2.3 สี กลิ่น และความเป็นพิษ (toxicity) ก๊าซธรรมชาติ เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น แต่เมื่อเกิดรั่วไหลของก๊าซอาจจะก่อให้เกิดอันตราย ดังนั้นจำเป็นต้องเติมกลิ่นผสมลงไป ในก๊าซ เพื่อให้สามารถรับรู้ได้เมื่อเกิดการรั่วไหลของก๊าซ ปัจจุบันสารเคมีที่นิยมเติมให้มียกกลิ่นได้แก่ พวก dimethylsulphide (D.M.S) และ tertiary butyl mercaptan (T.B.M.) ก๊าซ CNG เป็นก๊าซไม่มีพิษ เพราะไม่มีสารประกอบประเภทตะกั่วที่มีพิษร้ายแรง อย่างเช่น tetraethyl lead ซึ่งมีผสมอยู่ใน น้ำมันก๊าดโซลีน แต่หากเกิดการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ก็จะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ แต่ไอเสียที่เกิด เช่น CO หรือ CO₂ จะมีปริมาณน้อยกว่าไอเสียที่เกิดจากน้ำมัน และก๊าซ CNG ดังนั้นไอเสียที่เกิดจากการใช้ก๊าซ CNG จึงสะอาดกว่าการใช้ น้ำมัน

3.4.2.2.4 ค่าความร้อน โดยค่าความร้อนแสดงถึงคุณสมบัติและสมรรถนะของเชื้อเพลิง ค่าความร้อนของก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทยประมาณ 1000 BTU/SCF หากเปรียบเทียบกับ น้ำมันก๊าซโซลีนหรือดีเซล จะต้องเทียบในปริมาณของก๊าซที่ให้ค่าความร้อนเทียบเท่ากับน้ำมัน 1 ลิตร ซึ่งค่าความร้อนของน้ำมันดีเซลหมุนเร็วมีค่าประมาณ 35,530 BTU/lit ดังนั้น น้ำมันดีเซล 1 ลิตร จะมีค่าความร้อนเชื้อเพลิงเทียบเท่ากับก๊าซธรรมชาติ 0.952 Nm³

จากคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติดังกล่าวจึงมีการทดลองนำก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิง ทดแทนน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซลในรถยนต์ ซึ่งใช้ได้กับเครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนการอัด (compression ratio) สูงกว่า 14:1 เผาไหม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดปัญหาหมอกควันทางอากาศ ที่เกิดจากเครื่องยนต์ลงได้ และไม่เป็นพิษต่อร่างกาย (non-toxic fuel) ยกเว้นจะมีอันตรายต่อเมื่อเกิดการรั่วของก๊าซ CNG เป็นเวลานานในสภาพที่ปราศจากออกซิเจนเบากว่าอากาศ ดังนั้นเมื่อเกิดการรั่วขึ้น ก๊าซ CNG จะฟุ้งกระจายอย่างรวดเร็วลอยขึ้นสู่เบื้องบน มีอุณหภูมิสันดาปประมาณ 704°C ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิสันดาปของน้ำมันเบนซิน (น้ำมันเบนซินมีอุณหภูมิสันดาป 315°C) มี flammability

limit กับอากาศอยู่ในช่วง 5-15% โดยปริมาตร หากพ้นช่วงดังกล่าวแล้ว การเผาไหม้จะไม่เกิดขึ้น ปัจจุบันได้มีการทดลองนำก๊าซ CNG มาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลทุกขนาดและประเทศไทยก็ได้มีหลายหน่วยงานได้มีการทดลองให้สามารถนำก๊าซ CNG มาใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลเพื่อแก้ปัญหาราคาน้ำมันดีเซลที่สูงขึ้น

3.4.2.3 ความเหมาะสมทางเทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์มาใช้ก๊าซธรรมชาติอัด

ยานยนต์ดีเซลที่มีใช้งานในประเทศไทย สามารถแบ่งตามขนาดของเครื่องยนต์และลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภท คือ ยานยนต์ใช้งานเบา (light duty vehicles) และยานยนต์ใช้งานหนัก (heavy duty vehicles) (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน,2536)

ยานยนต์ดีเซลใช้งานเบา (light duty vehicles) หรือเป็นที่รู้จักกันในชื่อของรถยนต์ปิกอัพ ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 2200 ถึง 2500 ลบ.ซม. ระบบห้องเผาไหม้มีทั้งแบบไคเรคอินเจคชั่น (direct injection) ระบบไคมีทั้งแบบธรรมชาติ (natural aspirate) และแบบเทอร์โบชาร์จ (turbo charging) ป้อนหัวฉีดเชื้อเพลิงเป็นแบบคิสทริบิวเตอร์ (distributor type)

ยานยนต์ดีเซลใช้งานหนัก (heavy duty diesel vehicles) ประกอบด้วยรถบรรทุก และรถยนต์โดยสาร ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 6000 ลบ.ซม.ขึ้นไป ระบบห้องเผาไหม้มีทั้งแบบไคเรคอินเจคชั่นและแบบอินไคเรคอินเจคชั่น ระบบไคมีทั้งแบบธรรมชาติและแบบเทอร์โบชาร์จ ป้อนหัวฉีดเชื้อเพลิงเป็นแบบเรียงแถว (inline injection pump) อัตราส่วนอัด (compression ratio) ของเครื่องยนต์แบบไคเรคอินเจคชั่นมีค่าอยู่ระหว่าง 16-18 ต่อ 1 ในขณะที่เครื่องยนต์แบบอินไคเรคอินเจคชั่นมีค่าอยู่ระหว่าง 21-23 ต่อ 1

3.4.2.4 การปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ดีเซลเพื่อใช้ก๊าซธรรมชาติอัด

จากการศึกษาความเหมาะสมการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในยานพาหนะ พบว่าเครื่องยนต์ดีเซลสามารถปรับเปลี่ยนมาใช้ก๊าซธรรมชาติอัดได้ 2 วิธี คือ การดัดแปลงเครื่องยนต์เป็นแบบจุดระเบิดด้วยหัวเทียนและการเพิ่มเติมระบบเชื้อเพลิงร่วม โดยใช้ทั้งก๊าซธรรมชาติอัดและดีเซลร่วมกัน ในการเผาไหม้ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน,2536)

3.4.2.4.1 การดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยหัวเทียนใช้ก๊าซธรรมชาติอัด วิธีนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงวงจรทางเทอร์โมไดนามิกส์ของเครื่องยนต์ จากวงจรดีเซลหรือแบบจุดระเบิดด้วยการอัด ไปเป็นวงจรออตโตหรือแบบจุดระเบิดด้วยหัวเทียน ทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนลดลง ส่วนใหญ่ผลิตจากโรงงานโดยตรง การปรับเปลี่ยนมีรายการที่สำคัญดังนี้

- ปรับปรุงลูกสูบให้มีอัตราส่วนอัดและรูปร่างห้องเผาไหม้ที่เหมาะสม
- ปรับปรุงฝาสูบโดยการติดตั้งหัวเทียนแทนหัวฉีดเชื้อเพลิง

- ปรับปรุงเปลาราวล้นเพื่อลดการสูญเสียเชื้อเพลิงในจังหวะไอดีไลโอเสีย (scavenging)
- ถอดปั๊มหัวฉีดออก ติดตั้งจานจ่ายเข้ากับเพลลาที่ขับปั๊มหัวฉีด
- ติดตั้งระบบจุลระเบิด
- เปลี่ยนหม้อน้ำระบายความร้อนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น
- ติดตั้งคาร์บูเรเตอร์ที่ท่อนำไอดี
- ติดตั้งเรกูเลเตอร์เพื่อลดความดันของก๊าซธรรมชาติอัดจากถังบรรจุให้มีความดันใช้งาน
- ติดตั้งถังบรรจุก๊าซธรรมชาติอัด ซึ่งจะต้องมีปริมาตรบรรจุ โดยประมาณ 6 เท่าของปริมาตรบรรจุน้ำมันดีเซลเพื่อให้มีปริมาณพลังงานในเชื้อเพลิงที่เท่ากัน เช่น ถังบรรจุน้ำมันดีเซลมีขนาด 100 ลิตร จะต้องทดแทนด้วยถังบรรจุก๊าซธรรมชาติอัดที่มีปริมาตรรวม 600 ลิตร
- ถังก๊าซ ข้อต่อ และสายเชื้อเพลิงความดันสูง

วิธีการดัดแปลงนี้สามารถใช้กับเครื่องยนต์ทุกขนาด ทั้งแบบที่มีห้องเผาไหม้แบบไคเร็คอินเจ็คชั่น เมื่อดัดแปลงแล้วจะต้องใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงอย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งเราสามารถจำแนกขั้นตอนปรับเปลี่ยนรถยนต์เพื่อให้สามารถใช้ก๊าซธรรมชาติอัดได้ดังต่อไปนี้

3.4.2.4.1.1 การดัดแปลงตัวถัง ซึ่งตัวถังเป็นส่วนแรกที่ต้องได้รับการดัดแปลงให้เหมาะสมกับการใช้ ก๊าซธรรมชาติอัด เนื่องจากเนื้อที่ใช้สอยในบางส่วนต้องใช้เป็นที่ติดตั้งถังบรรจุก๊าซฯที่มีปริมาตรมากกว่าของน้ำมันดีเซลเดิมถึง 6 เท่า เนื้อที่ที่เคยใช้เป็นที่เก็บสัมภาระก็อาจจะต้องกลายเป็นเนื้อที่สำหรับติดตั้งถังบรรจุก๊าซไป นอกจากจะเสียพื้นที่ใช้สอยไปแล้ว โครงสร้างของตัวถังก็ต้องดัดแปลงให้แข็งแรงขึ้นเพื่อรับน้ำหนักของถังบรรจุก๊าซที่มีน้ำหนักมากอีกด้วย

3.4.2.4.1.2 การติดตั้งถังบรรจุก๊าซ เนื้อที่ใช้สำหรับติดตั้งถังบรรจุก๊าซในกรณีของรถยนต์โดยสารจะติดตั้งไว้ใต้ตัวถังซึ่งปกติใช้เป็นเนื้อที่บรรทุกสัมภาระของผู้โดยสาร ในกรณีของรถบรรทุกจะติดตั้งไว้ทางด้านข้างของตัวรถ ส่วนรถประเภทอื่นๆ การติดตั้งก็จะมีแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับพื้นที่ของรถยนต์คันนั้นๆ

3.4.2.4.1.3 การติดตั้งระบบส่งก๊าซไปยังเครื่องยนต์ ประกอบไปด้วยอุปกรณ์สำคัญหลายส่วน เริ่มต้นแต่วาล์วควบคุมก๊าซที่หัวถังก๊าซ ซึ่งเป็นวาล์วที่ใช้ปิดเปิดก๊าซจากถัง มีอุปกรณ์ป้องกันความดันในถังเกินระดับปลอดภัยเรียกว่า burst disk ซึ่งจะแตกและปล่อยก๊าซความดันสูงออกมาเมื่อความดันภายในถังอยู่ในระดับเกินที่กำหนดไว้ เมื่อแตกแล้วสามารถเปลี่ยน burst disk ใส่ใหม่แล้ววาล์วก็จะสามารถใช้งานได้

master shut-off valve หรือวาล์วควบคุมหลัก เป็นจุดศูนย์กลางของการควบคุมก๊าซไปยังเครื่องยนต์และเติมก๊าซเข้าถัง มีมาตรวัดความดันก๊าซติดตั้งอยู่ด้วยเพื่อวัดปริมาณก๊าซในถัง

ก๊าซที่ออกมาจากถังบรรจุก๊าซ เป็นก๊าซที่มีความดันสูงเท่ากับความดันก๊าซในถัง จำเป็นต้องปรับความดันลงเหลือเท่าที่จะต้องใช้กับเครื่องผสมก๊าซกับอากาศ (gas mixer or carburetor) โดยการผ่านก๊าซเข้าไปในเครื่องปรับลดความดัน (regulator)

เครื่องปรับลดความดันที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะเป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศ อิตาลี และมีหลักการคล้ายกัน คือ จะลดความดัน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน แต่ภายในอุปกรณ์ตัวเดียวกัน ความดันทางเข้าอาจจะสูงถึง 20 MPa และเมื่อผ่านการปรับลดความดันในขั้นตอนต่างๆ แล้วจะลดลงมาเป็นความดันที่ต่ำกว่าความดันของบรรยากาศเล็กน้อย เพื่อที่จะไม่มีก๊าซไหลออกมาเมื่อไม่มีแรงดูดที่ gas mixer

3.4.2.4.1.4 การติดตั้งเครื่องผสมก๊าซกับอากาศ (gas mixer) เครื่องผสมก๊าซกับอากาศเป็นอุปกรณ์สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์อย่างมาก การที่จะทำให้ได้สมรรถนะของเครื่องยนต์สูงสุด ส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิงต้องสม่ำเสมอ ผสมกันคลุกเคล้าได้ดีก่อนที่จะเข้าไปเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์

3.4.2.4.1.5 การดัดแปลงฝาสูบ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงโดยเปลี่ยนหัวฉีดน้ำมันดีเซลเดิมให้เป็นหัวเทียนสำหรับจุดระเบิด งานในขั้นนี้เป็นงานฝีมือช่างกลโรงงาน ประกอบไปด้วยการทำ adapter เพื่อให้สามารถสักรัดตำแหน่งของหัวฉีด และในกรณีที่เครื่องยนต์ดีเซลเดิมเป็นแบบ precombustion chamber จะต้องมีการขยายช่องต่อระหว่างห้องเผาไหม้หลักและห้องเผาไหม้ล่วงหน้า

3.4.2.4.1.6 การติดตั้งระบบจุดระเบิด เพื่อจุดระเบิดด้วยหัวเทียน จะต้องถอดปั๊มหัวฉีดเดิมของเครื่องยนต์ดีเซลออก แล้วออกแบบ adapter เพื่อให้สามารถติดตั้งจานจ่าย (distributor) เข้าไปแทนที่ การดัดแปลงไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับรูปแบบของการติดตั้งปั๊มหัวฉีดเดิมและรูปแบบของจานจ่ายที่จะใช้

3.4.2.4.1.7 การดัดแปลงส่วนลูกสูบ เพื่อลดอัตราส่วนอัดของเครื่องยนต์ ดีเซลซึ่งอยู่ระหว่าง 17 – 23:1 มาเป็น 12.5 – 5:1 เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้ก๊าซธรรมชาติอัด ที่มีอยู่ในประเทศไทยเป็นเชื้อเพลิงการลดอัตราส่วนอัด คือ การเพิ่มปริมาณของห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ สามารถทำได้ 2 วิธี คือ การดัดแปลงฝาสูบขยายห้องเผาไหม้และการดัดแปลงลูกสูบทำให้ปริมาตรห้องเผาไหม้เพิ่มขึ้น ซึ่งวิธีดัดแปลงลูกสูบนิยมกันโดยทั่วไป เพราะง่ายต่อการดัดแปลง การวัดปริมาตรห้องเผาไหม้ ใช้วิธีหยอดน้ำมันเครื่อง จากมาตรวัดปริมาตร (หรืออาจจะเป็นกระบอกฉีดยา) ลงไปให้เต็มห้องเผาไหม้แล้วอ่านปริมาตรของน้ำมันเครื่องที่ใส่ไป แล้วคำนวณหาอัตราส่วนอัดเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาตรรวมของกระบอกสูบต่อปริมาตรของห้องเผาไหม้ที่วัดได้

3.4.2.4.2 การเพิ่มเติมระบบเชื้อเพลิงร่วมในเครื่องยนต์ดีเซล วิธีนี้เป็นการเพิ่มระบบเชื้อเพลิงร่วมให้กับเครื่องยนต์ดีเซล โดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์ เพียงแต่ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เพิ่มเข้าไปเท่านั้น ทำให้สามารถเลือกใช้เชื้อเพลิงได้ 2 ระบบ คือ ระบบดีเซลเดิมและระบบเชื้อเพลิงร่วมระหว่างดีเซลและก๊าซธรรมชาติอัด ระบบเชื้อเพลิงร่วมนี้อัตราส่วนของก๊าซธรรมชาติอัดที่ใช้ทดแทนดีเซลไม่ต่ำกว่า 70% เครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงร่วมที่จำหน่ายในปัจจุบันยังมีข้อจำกัดบางประการที่ใช้ได้เฉพาะกับเครื่องยนต์ที่มีห้องเผาไหม้แบบไคเรคอินเจคชั่นและใช้ปั๊มหัวฉีดแบบเรียงแถวเท่านั้น

ระบบเชื้อเพลิงร่วม ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ฉีดออกจากหัวฉีดจะถูกลดลงให้มีปริมาณน้อยที่สุด เพียงเพื่อใช้เป็นแหล่งจุดระเบิดให้กับส่วนผสมของอากาศกับก๊าซธรรมชาติอัดอย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อให้สามารถระบายความร้อนได้เพียงพอที่ปลายหัวฉีดเท่านั้น จึงเรียกว่า ไพลอตอินเจคชั่น (pilot injection) ก๊าซจะถูกป้อนที่ท่อไอดีผสมกับอากาศก่อนเข้าสู่กระบอกสูบ ซึ่งในปัจจุบันระบบจ่ายก๊าซธรรมชาติอัดของระบบเชื้อเพลิงร่วมแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

3.4.2.4.2.1 ระบบเชื้อเพลิงร่วมแบบคาร์บูเรเตอร์ก๊าซ (gas carburetor)

ระบบเชื้อเพลิงร่วมแบบคาร์บูเรเตอร์ก๊าซ เป็นระบบจ่ายก๊าซธรรมชาติอัด โดยระบบนี้เท่าที่มีผลผลิตจำหน่ายและการใช้งานที่ผ่านมาจะใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลใช้งานหนัก แบบ 4 จังหวะไคเรคอินเจคชั่น ก๊าซธรรมชาติอัดถูกผสมกับอากาศที่คาร์บูเรเตอร์ก๊าซ เป็นส่วนผสมของอากาศกับก๊าซธรรมชาติอัด ไหลผ่านท่อไอดีเข้าสู่กระบอกสูบ หัวฉีดเชื้อเพลิงดีเซลจะฉีดเชื้อเพลิงตามจังหวะปกติแต่ลดปริมาณที่ฉีดลง เพื่อเป็นแหล่งจุดระเบิดให้กับส่วนผสม เนื่องจากโดยปกติเครื่องยนต์ดีเซลจะมีจังหวะที่ลิ้นไอดีและไอดีเปิดพร้อมกัน (valve overlap) ก่อนข้างนานทำให้ก๊าซธรรมชาติอัดบางส่วนไหลออกมาด้วยในจังหวะนี้ ในไอดีจึงมีปริมาณไฮโดรคาร์บอนค่อนข้างสูง การปรับเปลี่ยนมีรายการที่สำคัญดังนี้

- ติดตั้งคาร์บูเรเตอร์ก๊าซ
- ติดตั้งเรกูเลเตอร์
- ติดตั้งชุดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม
- ซ่อมบำรุงและปรับแต่งปั๊มหัวฉีด
- ปรับปรุงกลไกของกาวานาในปั๊มหัวฉีด
- ติดตั้งถังก๊าซธรรมชาติอัด โดยปริมาตรของถังก๊าซธรรมชาติอัดนั้นจะต้องบรรจุก๊าซธรรมชาติอัดที่มีพลังงานเป็น 70% ของพลังงานในน้ำมันดีเซล เช่น ถ้าเดิมถังก๊าซน้ำมันดีเซลมีปริมาตร 100 ลิตร ถ้าใช้ก๊าซธรรมชาติอัดด้วยจะต้องมีปริมาณก๊าซธรรมชาติอัดเทียบเท่ากับน้ำมันดีเซล 70

ลิตร แต่ปริมาตรของก๊าซธรรมชาติอัดจะมากกว่าของน้ำมันดีเซล 6 เท่า ดังนั้นถึงก๊าซธรรมชาติอัด ต้องมีความจุกววม 420 ลิตร

- ลิ้นดักก๊าซ ข้อต่อและสายเชื้อเพลิง

วิธีนี้เป็นการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงเสริม และใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงหลัก การเผาไหม้เริ่มต้นโดยน้ำมันดีเซลที่ถูกฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ในลักษณะของของเหลวเป็นฝอยละเอียด การเผาไหม้จะถูกลดลงจากน้ำมันดีเซลไปยังก๊าซธรรมชาติอัดซึ่งพัดพามาจากอากาศเข้ามาในห้องเผาไหม้จากเครื่องผสมก๊าซ (gas mixer) ลำพังส่วนผสมอากาศกับก๊าซธรรมชาติอัดจะไม่ลุกติดไฟเอง ถึงแม้ว่าอุณหภูมิในห้องเผาไหม้จะสูงขึ้นเนื่องจากการอัดตัวของอากาศก็ตาม แต่ก็ยังไม่สูงพอที่จะจุดติดไฟเองเพราะส่วนผสมอากาศกับก๊าซธรรมชาติอัดจะถูกจำกัดให้เจือจางเกินกว่าที่จะลุกติดไฟเองได้ จนกระทั่งเมื่อมีการฉีดน้ำมันดีเซลเข้าไปจึงจะเผาไหม้ตามน้ำมันดีเซล และจะเผาไหม้ในบริเวณที่มีน้ำมันดีเซลไปถึงเท่านั้น ดังนั้นการเผาไหม้ของก๊าซธรรมชาติอัดจะไม่สมบูรณ์มากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะที่เครื่องเดินเบา หรือภาระงานของเครื่องยนต์ต่ำ ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ฉีดเข้าไปจะมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ไม่พอเพียงที่จะไปเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติอัดได้ทั่วถึงทั้งห้องเผาไหม้ จากผลการทดลองพบว่า เครื่องยนต์แบบที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงร่วมจะมีปริมาณไฮโดรคาร์บอนและคาร์บอนมอนอกไซด์สูงกว่าการใช้ดีเซลแต่อย่างเดียว

3.4.2.4.2.2 ระบบเชื้อเพลิงร่วมแบบใช้หัวฉีดก๊าซ

ระบบเชื้อเพลิงร่วมแบบใช้หัวฉีดก๊าซที่เป็นไฮ-สปีด โซลินอยด์วาล์ว (hi-speed solenoid valve) เป็นระบบจ่ายก๊าซธรรมชาติอัด ระบบนี้หัวฉีดก๊าซที่มีจำนวนเท่ากับสูบจะถูกติดตั้งที่ท่อไอดีใกล้กับวาล์วไอดีของแต่ละสูบ การควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิงทั้งก๊าซธรรมชาติอัดและดีเซลถูกควบคุมโดยชุดไมโครโปรเซสเซอร์ โดยควบคุมทั้งจังหวะและปริมาณการฉีดทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเพิ่มขึ้นประมาณ 5% สามารถลดปริมาณไฮโดรคาร์บอนในจังหวะที่ลิ้นไอดีและลิ้นไอดีเปิดพร้อมกัน โดยการควบคุมจังหวะฉีดก๊าซธรรมชาติอัดที่เหมาะสม ซึ่งก็มีเฉพาะอากาศบางส่วนเท่านั้นที่ออกไปทางวาล์วไอดี การปรับเปลี่ยนรายการสำคัญดังนี้

- ชุดไมโครโปรเซสเซอร์ ควบคุมการทำงานโดยควบคุมจังหวะการฉีดและปริมาณการฉีดเชื้อเพลิงที่แม่นยำ

- ไฮสปีด-โซลินอยด์วาล์ว ทำหน้าที่เป็นหัวฉีดก๊าซธรรมชาติอัด
- เรกทูเลเตอร์ (ractuator) ควบคุมปริมาณของไฟลัดคินเจ็คชั่นของหัวฉีดดีเซล
- ฮอลล์ เอฟเฟ็ค (hall effect) ชุดรับสัญญาณองศาเพลาคือข้อเหวี่ยง
- ลิ้นอากาศเข้า (air throttle valve) ควบคุมปริมาณและตรวจวัดปริมาณ อากาศเข้า

เครื่อง

- ตัวตรวจวัดความดันท่อเข้าไอดี
- ลิ้นเปิด-ปิดท่อจ่ายก๊าซธรรมชาติอัด
- ชุดป้องกันรอบเครื่องยนต์สูงเกินพิกัด
- ชุดตรวจวัดอุณหภูมิระบายความร้อน
- ถังก๊าซธรรมชาติจำนวนเท่ากันแบบใช้คาร์บูเรเตอร์
- ลิ้นถังก๊าซ ข้อต่อและสายเชื่อเพลิงความดันสูง

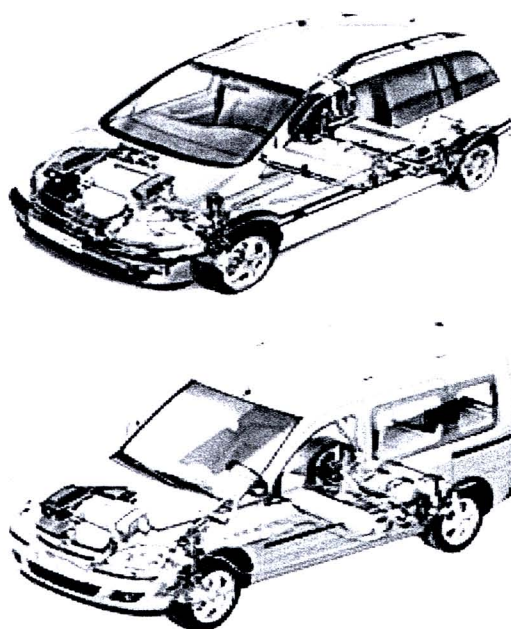
ระบบเชื้อเพลิงร่วมแบบใช้หัวฉีดก๊าซ เป็นวิวัฒนาการขั้นสูงที่สามารถกำจัดจุดอ่อนของระบบเชื้อเพลิงร่วมได้หลายประการ คือลดระดับมลภาวะต่ำกว่าแบบที่ใช้คาร์บูเรเตอร์ก๊าซ และสามารถจะทดแทนน้ำมันดีเซลด้วยก๊าซธรรมชาติในสัดส่วนที่สูงขึ้นจากการทดลอง พบว่าสามารถทดแทนน้ำมันดีเซลได้ 70-75% สำหรับรถที่ใช้ในการจราจรคับคั่งและสามารถทดแทนได้สูงถึง 80-85% บนถนนที่การจราจรไม่คับคั่ง โดยที่ระดับมลภาวะไม่สูงมากเหมือนแบบที่ใช้คาร์บูเรเตอร์ก๊าซ หรือ gas mixer

3.4.2.5 การปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์เบนซินเพื่อใช้ก๊าซธรรมชาติอัด

การใช้ก๊าซธรรมชาติกับรถเครื่องยนต์เบนซิน สามารถแบ่งตามรูปแบบการใช้ CNG ได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.4.2.5.1 รถเครื่องยนต์เบนซินที่ใช้ระบบ CNG เป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว (Dedicated CNG)

ส่วนใหญ่ผลิตจากโรงงานโดยตรง (Original Equipment Manufactured, OEM) ซึ่งเครื่องยนต์จะถูกออกแบบให้ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงโดยเฉพาะ และจะมีการออกแบบให้ถังบรรจุก๊าซถูกจัดเก็บอย่างเรียบร้อย



ภาพที่ 3.5 แสดงรถเครื่องยนต์เบนซินที่ใช้ NGV เป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว (Dedicated CNG)

3.4.2.5.2 ระบบเชื้อเพลิงทวิ (Bi-Fuel System)

เป็นระบบที่สามารถเลือกใช้น้ำมันเบนซินหรือใช้ NGV เป็นเชื้อเพลิง โดยปรับสวิตช์เลือกใช้เชื้อเพลิง ระบบนี้มีทั้งผลิตจากโรงงาน/บริษัทรถยนต์รับรองการผลิตและติดตั้ง ภายในระยะเวลา 3 ปี หรือครบ 100,000 กิโลเมตร หรือนำรถยนต์เบนซินเดิมมาติดตั้งอุปกรณ์ NGV เพิ่มเติม โดยแบ่งได้ 2 ระบบ คือ

3.4.2.5.2.1 ระบบดูดก๊าซ (Fumigation System)

ซึ่งจะมีอุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ (Gas Mixer) ทำหน้าที่ผสมอากาศที่เครื่องยนต์ดูดเข้าไปกับก๊าซ NGV ในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับการเผาไหม้ก่อนที่จะจ่ายเข้าเครื่องยนต์ ระบบนี้เหมาะกับเครื่องยนต์ที่จ่ายน้ำมันด้วยคาร์บูเรเตอร์ มีระบบควบคุมการจ่ายก๊าซ 2 แบบ คือ

- แบบวงจรเปิด (Open Loop) เป็นระบบคล้าย LPG ที่แก้ไขใช้ส่วนใหญ่ซึ่งไม่มีชุดควบคุมการจ่ายก๊าซอิเล็กทรอนิกส์ (ECU)

- แบบวงจรปิด (Close Loop) จะมีชุดควบคุมการจ่ายก๊าซอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) เพื่อควบคุมการจ่ายก๊าซให้เหมาะสม

3.4.2.5.2.2 ระบบฉีดก๊าซ (Multi point injection System หรือ MPI)

มีชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ทำการประมวลผลควบคุมการจ่ายก๊าซเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ซึ่งจะทำให้สมรรถนะในการขับเคลื่อนใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซินมากที่สุด ระบบนี้เหมาะกับเครื่องยนต์ที่จ่ายน้ำมันเบนซินด้วยหัวฉีด (EFI) ปัจจุบันในประเทศไทย มีบริษัทรถยนต์ที่ผลิตรถยนต์ระบบนี้

ออกมาจำหน่าย ได้แก่ บริษัทเมอร์เซเดส-เบนซ์ แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด บริษัท เซฟโรเลต เซลส์ (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัท มิตซูบิชิ มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด

ส่วนประกอบและหน้าที่ของชุดติดตั้งอุปกรณ์มีดังนี้

- เครื่องปรับลดแรงดันหรือเรียกว่า หม้อดัมก๊าซ (Reducer Pressure Regulator) ทำหน้าที่ลดแรงดันก๊าซให้เหลือแรงดันใช้งานตามผู้ผลิตออกแบบไว้ เช่น ระบบหัวฉีดลดจาก 200 บาร์ ให้เหลือประมาณ 2.5 บาร์เป็นต้น

- โซลินอยด์วาล์วที่หม้อดัม (Solenoid Valve) ทำหน้าที่ตัดก๊าซความสูงไม่ให้จ่ายไปยัง Reducer ในขณะดับเครื่องยนต์ หรือเครื่องยนต์ดับ

- วาล์วหัวเติม (Filling Valve Master Shut-Off Valve) เป็นวาล์วที่ติดตั้งอยู่ระหว่างถังก๊าซและ Reducer เพื่อสามารถตัดก๊าซได้ ในกรณีฉุกเฉินและจะใช้ในกรณีที่มีการซ่อมแซม Regulator

- หัวจ่ายก๊าซ (Gas Injection) เป็นอุปกรณ์จ่ายก๊าซ ตามความต้องการของเครื่องยนต์ โดยจะมี Injection ตามจำนวนสูบของเครื่องยนต์ เช่น 4 สูบ จะมี Injection 4 อัน

- เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของ กล้องควบคุม หรือ (Electronic Control Unit) : ECU Actuator หรือ Gas เพื่อควบคุมปริมาณ การจ่ายก๊าซให้เหมาะสม กับความต้องการของเครื่องยนต์ Injection

- หัวเติมก๊าซ (Filling Valve) ทำหน้าที่รับหัวเติมก๊าซ จะติดตั้งคู่กับวาล์ว กั้นการย้อนกลับของก๊าซ เพื่อป้องกันก๊าซรั่วออกจากรถยนต์ เมื่อไม่มีการเติมก๊าซจะมีลูกก้านฝู้นปิดไว้

- สวิตช์บอกตำแหน่งใช้งาน (Fuel Selector หรือ Switch and Gauge) เป็นสวิตช์แบบ 2 ทาง สำหรับเลือกเชื้อเพลิงที่ต้องการ ไม่ว่าจะเป็นน้ำมันหรือก๊าซและปริมาณก๊าซในถัง

- ตัวปรับปริมาณก๊าซ มี 2 แบบ คือ Manual Valve ใช้กับระบบเปิด(Open Loop) และ Actuator Valve ใช้กับระบบปิด (Close Loop) สำหรับปรับอัตราการไหลของก๊าซที่เข้าสู่เครื่องยนต์ ให้มีปริมาณเหมาะสมที่สุด ซึ่งจะปรับขณะทำการจูนตามขั้นตอนการติดตั้งและไม่จำเป็นต้องปรับอีก

- วาล์วถังก๊าซ (Cylinder Valve) เป็นวาล์วที่ติดกับถังก๊าซ สามารถเปิดปิดได้รวดเร็วตัดก๊าซได้ในกรณีที่ต้องการซ่อมแซมท่อก๊าซ นอกจากนี้วาล์วยังประกอบไปด้วย Pressure Relief Device อุปกรณ์ระบายความร้อน และ Excess Flow Valve ลื่นป้องกันการไหลกลับ



- ถังก๊าซ (NGV Cylinder) มี 4 แบบ คือ

1. ทำมาจากเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง มีลักษณะเป็นทรงกระบอก
2. ทำมาจากเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง มีลักษณะเป็นทรงกระบอกปลายมนตรงกลางจะทำให้บางแล้วหุ้มด้วยเรซิน ทนความดันได้สูงถึง 200 บาร์ (BAR) ความจุประมาณ 12 กก.
3. ทำมาจากเหล็กกล้าความแข็งแรงสูงมีลักษณะเป็นทรงกระบอกปลายมนเนื้อถังจะบางแล้วหุ้มด้วยเรซินทั้งหมดมีน้ำหนักเบาทนความดันได้สูงถึง 200 บาร์ (BAR) ความจุประมาณ 10 กก.

4. ทำด้วยวัสดุเรซินแบบมีเส้นใยต่อเนื่องโดยใช้กับวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ

- พลาสติกครอบชุดวาล์วที่หัวถัง (Vapor Box) เป็นกล่องดักไอของก๊าซซึ่งจะครอบอยู่บริเวณท่อที่ต่อออกจากถังในส่วนที่อยู่ในห้องเก็บสัมภาระด้านท้าย เพื่อป้องกันก๊าซเข้าไปในห้องโดยสารเมื่อเกิดการรั่วก๊าซจะระบายออกนอกตัวรถ

- โซลินอยด์วาล์วตัดก๊าซ (High Pressure Solenoid Valve) เป็นวาล์วตัดก๊าซขณะใช้งานระบบ ติดตั้งไว้ระหว่างถังบรรจุก๊าซกับหม้อต้ม NGV

- เกจวัดความดันก๊าซ (Pressure Gauge) ทำหน้าที่ บอกแรงดันก๊าซในระบบและส่งสัญญาณไปยัง Fuel Selector Switch เพื่อบอกปริมาณก๊าซที่เหลืออยู่ในถังก๊าซ

- ท่อก๊าซ (High Pressure Tubes) เป็นท่อโลหะที่ทำการเชื่อมต่อระหว่างถังบรรจุก๊าซลดความดัน (Reducer) เพื่อลำเลียงก๊าซจากถังไปยังอุปกรณ์ ระบบก๊าซในห้องเครื่องยนต์ที่มีความแข็งแรงสูง โดยจะติดตั้งไปตามเฟรมรถยนต์ เพื่อป้องกันการกระแทกเสียดสี และเพิ่มความปลอดภัยให้มากขึ้นและจะติดตั้งท่อก๊าซคนละด้านกับท่อเสียเพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนจากท่อไอเสีย

สำหรับการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์เบนซิน เพื่อใช้ก๊าซธรรมชาติอัดผู้ศึกษาขอกล่าวพอสังเขป เพราะรถตู้ของแผนกยานพาหนะ ฝ่ายอาคารสถานที่และยานพาหนะ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์เป็นรถที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

การปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ของรถตู้ของแผนกยานพาหนะ ฝ่ายอาคารสถานที่และยานพาหนะ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ใช้การเพิ่มเติมระบบเชื้อเพลิงร่วมในเครื่องยนต์ดีเซลแบบใช้หัวฉีดก๊าซเนื่องจากทำให้กำลังของเครื่องยนต์ดี อัตรารั้งดี อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยเพราะควบคุมการทำงานด้วยกล่องควบคุม

3.4.4 การศึกษาด้านการเงิน

3.4.4.1 ปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ของรถตู้เดิมเป็นระบบเชื้อเพลิงร่วมในเครื่องยนต์ดีเซล

ตารางที่ 3.5 แสดงระยะเวลาคืนทุนจากการติดตั้ง CNG กับเครื่องยนต์ดีเซลระบบเชื้อเพลิงร่วม

(DDF)

ชนิดของอุปกรณ์	DDF (รวมถึง NGV ขนาด 70 ลิตรน้ำ 1 ใบ)							
	ระบบคูก๊าซ (Fumigation)				ระบบฉีดก๊าซ (Multi Point Injection)			
ราคาอุปกรณ์พร้อมติดตั้ง (บาท/คัน)*	40,000				60,000			
ระยะทางการวิ่งต่อวัน (กม.)	50	100	200	300	50	100	200	300
อัตราการใช้เชื้อเพลิง ดีเซล (กม./ลิตร)	10				10			
ระยะทางที่ใช้ระบบเชื้อเพลิง ร่วม(กม.)	10				10			
	- ใช้ ดีเซล (ลิตร)				0.5			
	- ใช้ CNG (กก.)				0.6			
ราคาขายปลีก ดีเซล (บาท/ลิตร)**	27.69				27.69			
ราคาขายปลีก NGV (บาท/กก.)**	8.50				8.50			
อัตราการใช้ (บาท/กม.)	0.87				0.87			
ประหยัดค่าเชื้อเพลิงต่อวัน (บาท/วัน)	43.73	87.45	179.90	262.35	43.73	87.45	179.90	262.35
ระยะเวลาคืนทุน (เดือน)	30.5	15.2	7.6	5.1	30.5	15.2	7.6	5.1

** หมายถึง ราคาขายปลีกน้ำมันเชื้อเพลิงของ ปตท. ในเขต กทม. และปริมณฑล

ณ วันที่ 1 มิถุนายน 2553

* หมายถึง ราคาเฉลี่ยค่าอุปกรณ์ พร้อมติดตั้งจากมาตรฐานดีเยี่ยม ปี 2552

ที่มา บริษัท การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย จำกัด (มหาชน)

3.4.4.1.1 ต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ ซึ่งจะทำการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์เป็นระบบเชื้อเพลิงร่วมในเครื่องยนต์ดีเซล แบบใช้หัวฉีดก๊าซซึ่งใช้ราคาอ้างอิงจากของราคาเฉลี่ยค่าอุปกรณ์ พร้อมติดตั้งจากมาตรฐานดีเยี่ยม ปี 2552 ดังตารางที่ 3.5 ซึ่งมีราคาคันละ 60,000 บาท ซึ่งการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ของรถตู้เดิมเป็นระบบเชื้อเพลิงร่วมในเครื่องยนต์ดีเซลในที่นี้ไม่มีผลต่อราคาซากซึ่งอยู่ที่คันละ 250,000 บาท ดังนั้น ต้นทุนทั้งหมด คือ 60,000 บาท/คัน

3.4.4.1.2 ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ เพื่อให้สามารถใช้ก๊าซธรรมชาติอัดทดแทนน้ำมันดีเซลได้ คือ การลดลงของค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงในการใช้งานรถยนต์ของแผนกยานพาหนะ แสดงดังตาราง 3.5 ซึ่งอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันใช้ค่าที่ได้จากการคำนวณจากข้อมูลของฝ่ายอาคารสถานที่และยานพาหนะ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต คือ 11.47 กิโลเมตร/ลิตร ส่วนอัตราการสิ้นเปลืองของเครื่องยนต์เมื่อปรับเปลี่ยนแล้ว คือ น้ำมันดีเซล 0.5 ลิตรต่อก๊าซธรรมชาติ 0.6 กิโลกรัม ต่อ 10 กิโลเมตร ดัง ตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดของผลประโยชน์ทางการเงินในการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์เดิมเป็นระบบเชื้อเพลิงร่วมในเครื่องยนต์ดีเซล

รายการ	เครื่องยนต์เดิม	เครื่องยนต์เมื่อปรับเปลี่ยนแล้ว			ผลประโยชน์รวม(บาท)
	น้ำมันดีเซล	CNG	ดีเซล	รวม	
ระยะทางรวม(กม.)เฉลี่ยต่อปี	326,442.5	326,442.5	326,442.5		
อัตราการสิ้นเปลือง(กม./ล.,กก.)	11.47	16.67	20		
ปริมาณใช้รวม(ล.,กก.)ต่อปี	28,460.55	19,582.63	16,322.13		
ราคาต่อหน่วย(บาท)	27.69	8.5	27.69		
ค่าใช้จ่าย(บาท)	788,072.60	166,452.36	451,959.78	618,412.13	169,660.47
ราคาต่อระยะทาง(บาท/กม.)	2.41	1.89			0.52

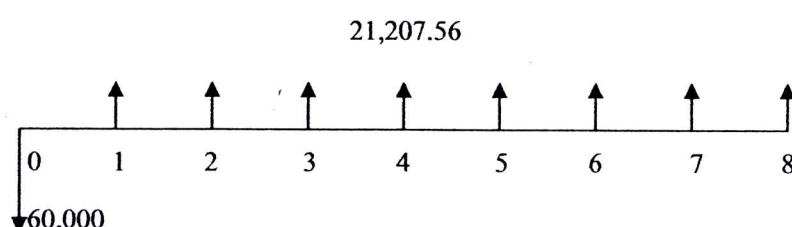
หมายเหตุ:ราคาเชื้อเพลิงที่ใช้คำนวณเป็นราคา ณ วันที่ 1 มิ.ย. 53

จากตารางที่ 3.6 ผลประโยชน์ทางการเงินในการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์เดิมเป็นระบบเชื้อเพลิงร่วมในเครื่องยนต์ดีเซล ทั้งหมด คือ 169,660.47 บาท/ปี ดังนั้นผลประโยชน์ต่อคัน คือ $169,660.47/8 = 21,207.56$ บาท

การศึกษาด้านการเงินเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ประกอบการตัดสินใจการลงทุน เพราะจะทำให้ทราบถึงความคุ้มค่าของโครงการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ เพื่อให้สามารถใช้ก๊าซธรรมชาติอค์ว่ามี ความคุ้มค่ากับการลงทุนเพียงใด จากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลของต้นทุน ค่าใช้จ่ายและ ผลประโยชน์สามารถพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการการเงิน ทำให้ทราบต้นทุนค่าใช้จ่าย และผลประโยชน์ในแต่ละปี ซึ่งกำหนดอายุของโครงการเท่ากับ 8 ปี ซึ่งเป็นอายุการใช้งานที่แผนก ยานพาหนะมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ และนำค่าที่ได้มาปรับเป็นมูลค่าปัจจุบัน โดยใช้อัตรา ดอกเบี้ยร้อยละ 0.5 ซึ่งผลการศึกษาด้านการเงินแสดง ดังตาราง 3.7

ตารางที่ 3.7 การคำนวณความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการ กรณีปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์เดิม , เป็นระบบเชื้อเพลิงร่วมในเครื่องยนต์ดีเซลดอเกีย ร้อยละ 0.5

ปีที่	ต้นทุน	ผลประโยชน์	มูลค่าปัจจุบันของ ต้นทุน	มูลค่าปัจจุบันของ ผลประโยชน์
0	60,000	-	60,000	-
1	-	21,207.56	-	21,101.52
2	-	21,207.56	-	20,995.48
3	-	21,207.56	-	20,891.56
4	-	21,207.56	-	20,787.65
5	-	21,207.56	-	20,683.73
6	-	21,207.56	-	20,581.93
7	-	21,207.56	-	20,478.01
8	-	21,207.56	-	20,376.22
รวม	60,000	169,660.48	60,000	165,896.13



ภาพที่ 3.6 แสดงแผนภูมิการไหลของเงินในการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์เดิมเป็นระบบเชื้อเพลิงร่วมในเครื่องยนต์ดีเซล

$$NPV = -60,000 + 21,207.56 (P/A, 0.5\% ,8)$$

$$= -60,000 + 21,207.56 (7.8229)$$

$$= 105,896.13$$

$$BCR = 165,896.13/60,000$$

$$= 2.76$$

IRR

$$\text{ที่ } i = 30\%$$

$$NPV = -60,000 + 21,207.56 (P/A, 30\% ,8)$$

$$= -60,000 + 21,207.56 (2.925)$$

$$= 2,032.11$$

$$\text{ที่ } i = 40\%$$

$$NPV = -60,000 + 21,207.56 (P/A, 40\% ,8)$$

$$= -60,000 + 21,207.56 (2.331)$$

$$= -10,565.18$$

$$i^* = 30\% + 2,032.11 (40-30)\% / (2,032.11 + 10,565.18)$$

$$= 31.61 \%$$

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(NPV)(บาท)	105,896.13
-------------------------------	------------

อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน(BCR)	2.76
-------------------------------	------

อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ(IRR)ร้อยละ	31.61
--------------------------------------	-------

การศึกษาระยะเวลาคืนทุนของโครงการเพื่อทราบระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิของการ
ดำเนินการมีค่าเท่ากับมูลค่าการลงทุนของโครงการ ซึ่งการศึกษามีดังนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \text{ค่าใช้จ่ายในการลงทุน/ผลตอบแทนสุทธิต่อปี}$$

$$= 60,000/21,207.56$$

$$= 2.83$$

ดังนั้น ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเท่ากับ 2 ปี 10 เดือน

จุดคุ้มทุนคือระยะทางซึ่งผลประโยชน์ของการติดตั้งระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเท่ากับต้นทุน

$$\text{จุดคุ้มทุน} = \text{ค่าใช้จ่ายในการลงทุน/ผลประโยชน์ต่อกิโลเมตร}$$

$$= 60,000/0.52$$

$$= 115,384.62$$

ดังนั้น ระยะทางที่จุดคุ้มทุน คือ 115,384.62 กิโลเมตร/คัน

การศึกษาด้านการเงินพบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับ 105,896.13 อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนมีค่าเท่ากับ 2.76 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการมีค่าเท่ากับ 31.61 และมีระยะเวลาคืนทุนของโครงการเท่ากับ 2 ปี 10 เดือน จุดคุ้มทุน คือ 115,384.62 กิโลเมตร จากผลการศึกษาโดยใช้ดัชนีวัดทั้งสามทำให้ทราบว่าโครงการการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์เดิมเป็นระบบเชื้อเพลิงร่วมในเครื่องยนต์ดีเซลมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

3.4.4.2 จัดซื้อรถตู้ใหม่ซึ่งติดตั้งระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงแล้ว

ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงระยะเวลาคืนทุนจากการติดตั้ง CNG กับเครื่องยนต์เบนซิน

ระบบเชื้อเพลิงทวิ (Bi-Fuel)

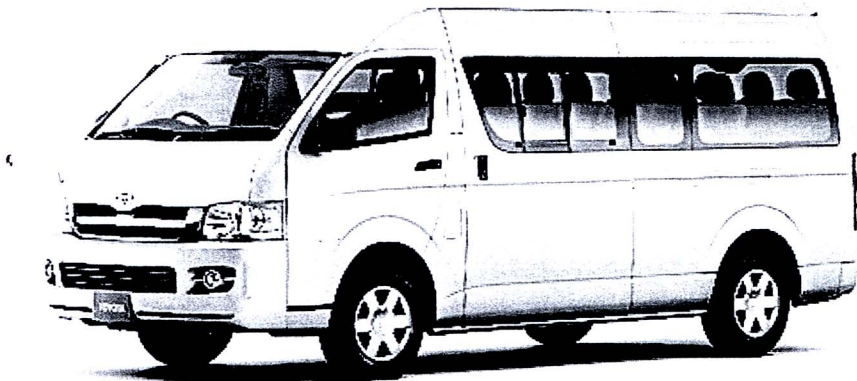
ชนิดของอุปกรณ์	Bi-Fuel (รวมถึง NGV ขนาด 70 ลิตรน้ำ 1 ใบ)							
	ระบบดูดก๊าซ (Fumigation)				ระบบฉีดก๊าซ (Multi Point Injection)			
ราคาอุปกรณ์พร้อมติดตั้ง (บาท/คัน)*	38,000				58,000			
ระยะทางการวิ่งต่อวัน (กม.)	50	100	200	300	50	100	200	300
อัตราการสิ้นเปลือง Gasohol 95 (กม./ลิตร)	10				10			
อัตราการสิ้นเปลือง NGV (กม./กก.)	15				15			
ราคาขายปลีก Gasohol 95 (บาท/ลิตร)**	31.24				31.24			
ราคาขายปลีก NGV (บาท/กก.)**	8.50				8.50			
อัตราการประหยัด (บาท/กม.)	1.8				1.8			
ประหยัดค่าเชื้อเพลิงต่อวัน (บาท/วัน)	92	184	367	551	92	184	367	551
ระยะเวลาคืนทุน (เดือน)	13.8	9.6	3.4	2.3	13.8	9.6	3.4	2.3

** หมายถึง ราคาขายปลีกน้ำมันเชื้อเพลิงของ ปตท. ในเขต กทม. และปริมณฑล ณ วันที่ มิถุนายน 2553

* หมายถึง ราคาเฉลี่ยค่าอุปกรณ์ พร้อมติดตั้งจากฐานมาตรฐานปี 2552

ที่มา บริษัท การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย จำกัด (มหาชน)

3.4.4.2.1 ต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการในจัดซื้อรถตู้ใหม่ ซึ่งติดตั้งระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงและตกแต่งภายในแล้ว ราคาคันละ 1,380,000 บาท (TOYOTA COMMUTER vvt-i เครื่องยนต์เบนซิน2.7)



ภาพที่ 3.7 แสดงรถตู้ TOYOTA COMMUTER vvt-I เครื่องยนต์เบนซิน2.7

ซึ่งราคาของรถตู้ที่เช่าซึ่งทางแผนกยานพาหนะจัดซื้อ เมื่อรวมค่าตกแต่งภายในแล้ว คันละ 1,160,330 บาท และ เมื่อใช้งานไป 400,000 กิโลเมตร หรือ 8 ปี สามารถขายได้ คันละ 250,000 บาท ในขณะที่รถตู้ซึ่งติดตั้งระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงและตกแต่งภายในแล้ว ราคาคันละ 1,380,000 บาท และเมื่อใช้งานไป 400,000 กิโลเมตร หรือ 8 ปี สามารถขายได้ คันละ 400,000 บาท ดังนั้นผลต่างของราคาทั้งหมด คือ

$$\begin{aligned} &= (1,380,000 - 1,160,330) - [(400,000 - 250,000) * (P/F, 0.5\%, 8)] \\ &= (1,380,000 - 1,160,330) - [(400,000 - 250,000) * (0.9608)] \\ &= 75,550 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ดังนั้น ต้นทุนของการซื้อรถตู้ซึ่งติดตั้งระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงแล้ว คันละ 75,550 บาท

3.4.4.2.2 ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการ จัดซื้อรถตู้ใหม่ ซึ่งติดตั้งระบบ การใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงแล้ว คือ การลดลงของค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงในการใช้งานรถยนต์ของแผนกยานพาหนะ แสดงดังตาราง 3.4 ซึ่งอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันใช้ค่าที่ได้จากการคำนวณจากข้อมูลของฝ่ายอาคารสถานที่และยานพาหนะ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ คือ 11.47 กิโลเมตร/ลิตร ส่วนอัตราการสิ้นเปลืองก๊าซธรรมชาติ 15 กิโลเมตร/กิโลกรัม ดังตาราง 3.9

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดของผลประโยชน์ทางการเงินในการจัดซื้อรถตู้ใหม่ซึ่งติดตั้งระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงแล้ว

รายการ	รถตู้เดิม	รถตู้ใหม่	ผลประโยชน์รวม(บาท)
	น้ำมันดีเซล	ก๊าซธรรมชาติ	
ระยะทางรวม(กม.)เฉลี่ยต่อปี	326,442.5	326,442.5	
อัตราการสิ้นเปลือง(กม./ล.,กก.)	11.47	15	
ปริมาณใช้รวม(ล.,กก.)ต่อปี	28,460.55	21,762.83	
ราคาต่อหน่วย(บาท)	27.69	8.5	
ค่าใช้จ่าย(บาท)	788,072.60	184,984.06	603,088.54
ราคาต่อระยะทาง(บาท/กม.)	2.41	0.57	1.84

จากตารางที่ 3.9 ผลประโยชน์ทางการเงินในการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์เดิมเป็นระบบเชื้อเพลิงร่วมในเครื่องยนต์ดีเซล ทั้งหมด คือ 603,088.54 บาท/ปี ดังนั้นผลประโยชน์ต่อคัน คือ $603,088.54/8 = 75,386.07$ บาท

จากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลของต้นทุน ค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์สามารถพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการการเงินทำให้ทราบต้นทุนค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ในแต่ละปี ซึ่งกำหนดอายุของโครงการเท่ากับ 8 ปี และนำค่าที่ได้มาปรับเป็นมูลค่าปัจจุบัน โดยใช้อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 0.5 ซึ่งผลการศึกษาด้านการเงินแสดง ดังตาราง 3.10

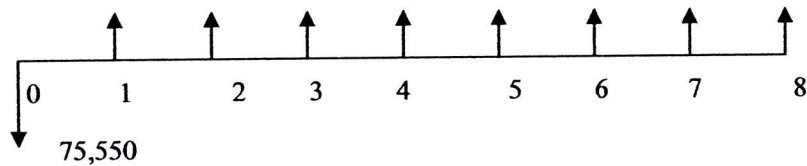
ตารางที่ 3.10 การคำนวณความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการ การจัดซื้อรถตู้ใหม่ซึ่งติดตั้งระบบการใช้ ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงแล้ว ดอกเบี้ย ร้อยละ 0.5

ปีที่	ต้นทุน	ผลประโยชน์	มูลค่าปัจจุบันของ ต้นทุน	มูลค่าปัจจุบันของ ผลประโยชน์
0	75,550	-	75,550	-
1	-	75,386.07	-	75,009.13
2	-	75,386.07	-	74,632.20
3	-	75,386.07	-	74,262.81
4	-	75,386.07	-	73,893.42
5	-	75,386.07	-	73,524.03
6	-	75,386.07	-	73,162.18
7	-	75,386.07	-	72,792.78

ตารางที่ 3.10 การคำนวณความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการ การจัดซื้อรถตู้ใหม่ซึ่งติดตั้งระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงแล้ว ดอกเบี้ย ร้อยละ 0.5 (ต่อ)

8	-	75,386.07	-	72,430.93
รวม	75,550	603,088.54	75,550	589,707.53

75,386.07



ภาพที่ 3.8 แสดงแผนภูมิการไหลของเงินในจัดซื้อรถตู้ใหม่ซึ่งติดตั้งระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงแล้ว

$$NPV = -75,550 + 75,386.07 (P/A, 0.5\%, 8)$$

$$= -75,550 + 75,386.07 (7.8229)$$

$$= 514,157.53$$

$$BCR = 589,707.53 / 75,550$$

$$= 7.8$$

IRR

$$\text{ที่ } i = 80\%$$

$$NPV = -75,550 + 75,386.07 (P/A, 80\%, 8)$$

$$= -75,550 + 75,386.07 (1.2387)$$

$$= 93,380.72$$

$$\text{ที่ } i = 100\%$$

$$NPV = -75,550 + 75,386.07 (P/A, 100\%, 8)$$

$$= -75,550 + 75,386.07 (0.996)$$

$$= -465.47$$

$$i^* = 80\% + 93,380.72 (100-80)\% / (93,380.72 + 465.47)$$

$$= 99.90\%$$

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(NPV)(บาท)	514,157.53
อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน(BCR)	7.8
อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ(IRR)ร้อยละ	99.90

การศึกษาระยะเวลาคืนทุนของโครงการเพื่อทราบระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิของการดำเนินการมีค่าเท่ากับมูลค่าการลงทุนของโครงการ ซึ่งการศึกษามีดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ระยะเวลาคืนทุน} &= \text{ค่าใช้จ่ายในการลงทุน/ผลตอบแทนสุทธิต่อปี} \\ &= 75,550 / 75,386.07 \\ &= 1.00\end{aligned}$$

ดังนั้น ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเท่ากับ 1 ปี
จุดคุ้มทุนคือระยะทางซึ่งผลประโยชน์ของการติดตั้งระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเท่ากับต้นทุน

$$\begin{aligned}\text{จุดคุ้มทุน} &= \text{ค่าใช้จ่ายในการลงทุน/ผลประโยชน์ต่อกิโลเมตร} \\ &= 75,550 / 1.84 \\ &= 41,059.78\end{aligned}$$

ดังนั้น ระยะทางที่จุดคุ้มทุน คือ 41,059.78 กิโลเมตร



การศึกษาด้านการเงินพบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับ 514,157.53 อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนมีค่าเท่ากับ 7.8 และอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 99.90 ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเท่ากับ 1 ปี จุดคุ้มทุน คือ 41,059.78 กิโลเมตร จากผลการศึกษาโดยใช้ดัชนีวัดทั้งสามทำให้ทราบว่าโครงการการจัดซื้อรถตู้ใหม่ซึ่งติดตั้งระบบการใช้ ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงแล้วแทนรถตู้เดิมซึ่งใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

3.4.5 การศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3.4.5.1 สำหรับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในรถยนต์จะส่งผลกระทบต่อในเชิงบวก คือ หากมีการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในรถยนต์ จะสามารถลดปริมาณมลพิษที่เกิดจากการใช้น้ำมันดีเซลในรถยนต์ โดยมลพิษทางอากาศ (air pollution) และผลกระทบต่อภายนอกที่เกิดจากการใช้น้ำมันดีเซลในรถยนต์ ประกอบด้วย

3.4.5.1.1 ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ออกไซด์ของไนโตรเจนมีหลายรูปแบบ เช่น ไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยจะเป็นสาเหตุของโรคปอดซึ่งอาจทำให้เสียชีวิตได้และ ยังเกิดอาการระคายเคืองต่อตาและผิวหนังอีกด้วย

3.4.5.1.2 ฝุ่นละออง (PM) ซึ่งฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-5 ไมครอนจะเป็นสาเหตุของการเจ็บป่วยที่เกี่ยวกับทางเดินหายใจ เช่น การหายใจติดขัด เจ็บหน้าอก ไอ ทั้งนี้เนื่องมาจากปอดถูกทำลาย

3.4.5.1.3 คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซนี้จะเข้าไปทำปฏิกิริยากับฮีโมโกลบินในเลือดซึ่งอาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสมองได้ เนื่องจากการขาดออกซิเจน โดยจะปรากฏอาการปวดหัว ซึมเศร้า อาเจียน ปวดเมื่อยตามตัว ผิวแดงเป็นจ้ำและอ่อนล้า

3.4.5.1.4 ไฮโดรคาร์บอน (HC) มีการกระจายออกสู่อากาศในรูปของเหลวและมีการฟุ้งกระจายไปในอากาศซึ่งจะส่งผลต่อระบบการหายใจของสิ่งมีชีวิต

3.4.5.2 จากการศึกษาวิจัยและทดลองจากหลายหน่วยงานทั้งในและต่างประเทศเพื่อเปรียบเทียบปริมาณมลสารจากไอเสียที่เกิดจากเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดกับ เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทอื่น มีรายละเอียดดังนี้

3.4.5.2.1 การศึกษาของ West Virginia University สหรัฐอเมริกาซึ่งศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากรถโดยสารเครื่องยนต์ CUMMINS LTA – 10 ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดและน้ำมันดีเซล พบว่า รถโดยสารที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และฝุ่นละออง น้อยกว่ารถที่ใช้ดีเซล โดยเฉพาะฝุ่นละอองมีค่าเฉลี่ยเพียง 0.027 กรัม/กิโลเมตร ในขณะที่รถดีเซลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.965 กรัม/กิโลเมตร อย่างไรก็ตาม รถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด มีการปล่อยก๊าซไฮโดรคาร์บอนสูงกว่ารถดีเซล โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.52 กรัม/กิโลเมตร ในขณะที่รถดีเซลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.51 กรัม/กิโลเมตร

3.4.5.2.2 การศึกษาของ The Australian Greenhouse Office ออสเตรเลียได้ศึกษาเปรียบเทียบรถ NGV กับรถที่ใช้้ำมันเป็นเชื้อเพลิง พบว่า รถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดสามารถลดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ได้ถึงร้อยละ 50-80 ลดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ได้ ร้อยละ 60-90 ลดก๊าซไฮโดรคาร์บอนได้ ร้อยละ 60-80 ส่วนฝุ่นละอองนั้นแทบจะไม่มีฝุ่นละอองปล่อยออกมา