หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

การวิจัยได้กำหนดขอบเขตการศึกษาสารมลพิษทางอากาศที่สำคัญไว้สามชนิด คือ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน และไฮโดรคาร์บอน ผลการวิเคราะห์ปริมาณการระบายก๊าซทั้งสามชนิดที่ความเร็วต่าง ๆ กัน ได้แสดงไว้ในบทที่ 4 ซึ่งสามารถนำมาสรุปอธิบายเพื่อแสดงสาเหตุของปัญหามลพิษทางอากาศจากรถยนต์ก๊าซโซลีนได้ดังนี้

<u>สรุปผลการวิจัยปริมาณก๊าซมลพิษทางอากาศ</u>

1 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

ทฤษฎีการสันดาปของเครื่องยนต์สันดาปภายใน ชนิดเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน แสดงว่าการเกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์มีปริมาณเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง โดยปริมาณจะลงลงเมื่อค่าอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อรถยนต์มีความเร็วเพิ่มขึ้น ปริมาณการระบายก๊าซชนิดนี้จะลดลง ซึ่งผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า รถยนต์ส่วนบุคคลมีการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลดน้อยลง เมื่อความเร็วของรถยนต์เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการอธิบายในทฤษฎีการสันดาป

ผลการวิจัยรถแท็กซี่ ซึ่งมีลักษณะเฉพาะใกล้เคียงกับรถยนต์ส่วนบุคคล แต่แตกต่างกันเฉพาะเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ มีการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่ความเข้มข้นจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเปลี่ยนความเร็วจากที่รอบเครื่องเดินเบาเป็นสิบกิโลเมตรต่อชั่วโมง

รถสามล้อซึ่งเป็นรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ก๊าซโซลีนสองจังหวะ ปรากฏว่ามีการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลงตามความเร็วที่เพิ่มเช่นกัน และมีปริมาณค่อนข้าง

ต่ำกว่าการระบายจากรถยนต์ประเภทอื่น ๆ

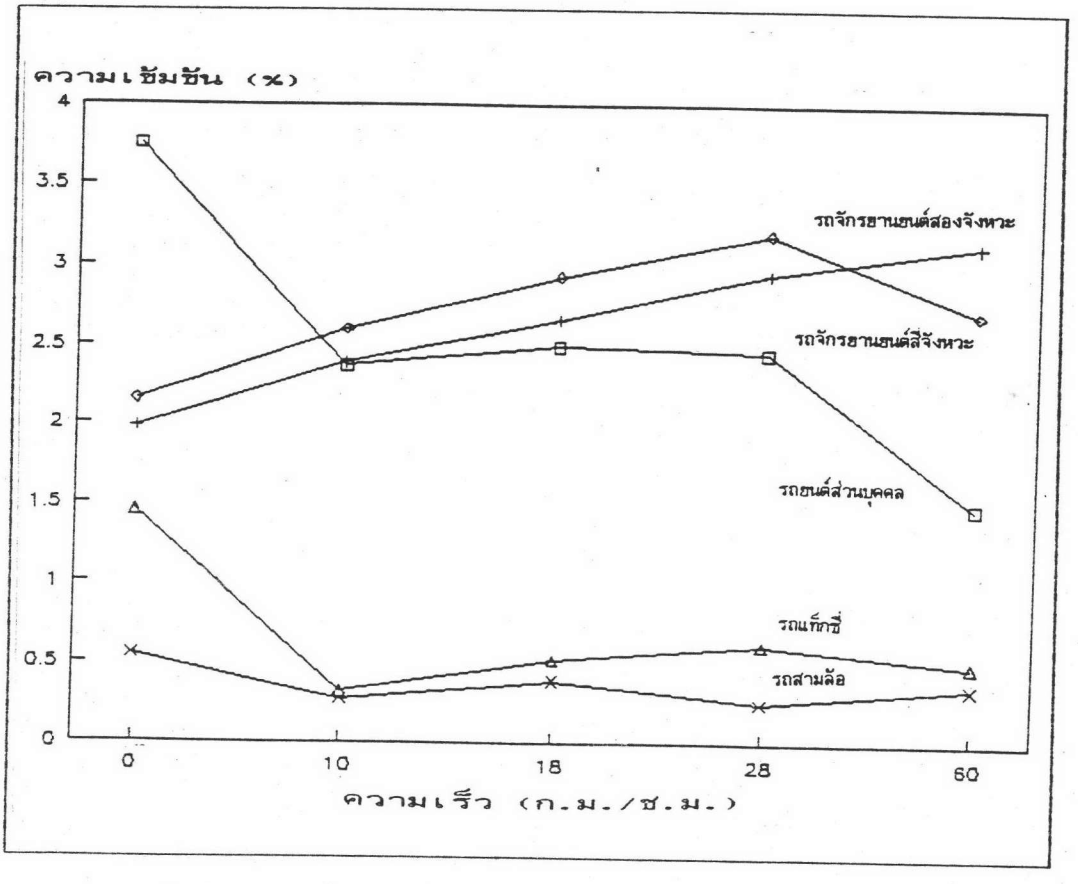
ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากรถยนต์ประเภทต่าง ๆ เมื่อความเร็วเปลี่ยนแปลง

ความเร็ว ก.ม./ช.ม.	ปริมาณการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ร้อยละของปริมาตรอากาศ)				
	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถจักรยานยนต์		รถแท็กซี่	รถสามล้อ
		สองจังหวะ	สี่ จังหวะ		
รอบเครื่องเดินเบา	3.75	1.98	2.15	1.45	0.55
10	2.37	2.39	2.60	0.32	0.27
18	2.49	2.66	2.93	0.52	0.39
28	2.45	2.95	3.20	0.61	0.25
60	1.48	3.13	2.70	0.49	0.35

สำหรับรถจักรยานยนต์ทั้งชนิดเครื่องยนต์สองจังหวะ และสี่จังหวะมีลักษณะการระบายก๊าซแตกต่างจากรถยนต์ประเภทอื่น ๆ โดยเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นปริมาณการระบายจะสูงขึ้นด้วย ทั้งนี้มีสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่าง คือบริเวณผนังของเสื้อสูบซึ่งถูกระบายความร้อนด้วยอากาศมีอุณหภูมิต่ำ ในห้องสันดาปจึงมีขอบเขตของเควนช์ โซน (Quench zone) กว้างการสันดาปจึงไม่สมบูรณ์ในบริเวณนี้ อีกทั้งลักษณะเฉพาะของเครื่องยนต์ที่ต้องใช้ไอดีไปผลักดันไอเสียในห้องสันดาป ค่าอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงสำหรับการเผาไหม้ จึงเปลี่ยนไปเพราะมีไอเสียบางส่วนตกค้าง เมื่อเกิดการเผาไหม้การสันดาปจึงไม่สมบูรณ์ เมื่อมีการสันดาปแต่ละครั้งจะมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จำนวนหนึ่ง และเมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์เพิ่ม การสันดาปเพิ่มจำนวนครั้งมากขึ้นตามความเร็วที่เปลี่ยนแปลง ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จึงเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นจึงเห็นได้

ว่าเมื่อความเร็วของรถจักรยานยนต์เพิ่ม ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ระบายออกมาจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ระหว่างรถยนต์แต่ละประเภทปรากฏว่า ที่รอบเครื่องยนต์เดินเบารถยนต์ส่วนบุคคลมีการระบายสูงกว่ารถยนต์ประเภทอื่น ๆ แต่เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นปริมาณการระบายจะลดลง แต่รถจักรยานยนต์ทั้งสองชนิด มีลักษณะการระบายในทางตรงกันข้ามกับรถยนต์ประเภทอื่น ๆ ส่วนรถยนต์ที่ใช้แอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงพบว่า ปริมาณการระบายก๊าซนี้ต่ำกว่ารถยนต์ทั้งสามประเภทแรก ทั้งนี้เพราะเชื้อเพลิงแอลพีจีมีค่าออกเทนนัมเบอร์สูงกว่าเชื้อเพลิงก๊าซโซลีนเหลว การเผาไหม้จึงเกิดได้สมบูรณ์กว่า ซึ่งบทสรุปนี้ตรงกับการสรุปผลจากการสำรวจปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากไอเสียรถยนต์ โดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (11)



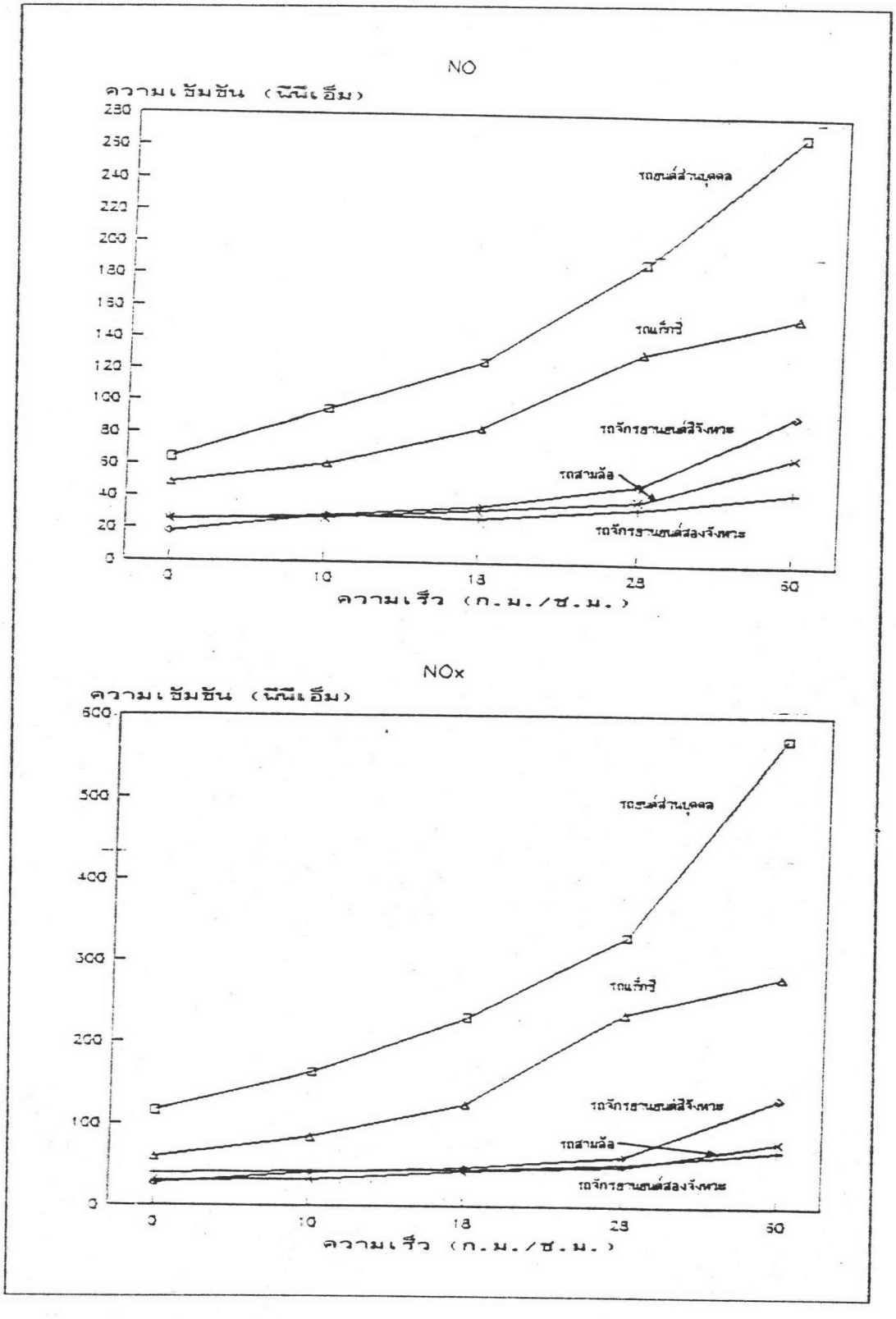
รูปที่ 5.1 ปริมาณการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากรถยนต์ห้าประเภท ที่ความเร็วต่างๆ

2 ออกไซด์ของไนโตรเจน

ออกไซด์ของไนโตรเจน จะเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างไนโตรเจนและออกซิเจนในอากาศที่อุณหภูมิสูง ระหว่างการเกิดปฏิกิริยาการสันดาปเชื้อเพลิงกับอากาศในห้องสันดาป ไนโตรเจนซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละแปดสิบในอากาศจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดเป็นไนตริกออกไซด์ และออกไซด์ชนิดอื่น ๆ ซึ่งเรียกรวมกันว่าเป็นออกไซด์ของไนโตรเจน(NO_x) ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำ อุณหภูมิในห้องสันดาปจะต่ำด้วย ดังนั้นออกไซด์ของไนโตรเจนจึงเกิดได้น้อย แต่เมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้น อุณหภูมิในห้องสันดาปจะเพิ่มสูงขึ้นด้วย จึงทำให้ธาตุไนโตรเจนและออกซิเจนมีโอกาสทำปฏิกิริยาเกิดเป็นออกไซด์ของไนโตรเจนได้มากกว่า

ตารางที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้น ไนตริกออกไซด์ (NO) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) จากรถยนต์ประเภทต่างๆ เมื่อความเร็วเปลี่ยนแปลง

ความเร็ว (ก.ม./ช.ม.)	ปริมาณการระบายไนโตรเจนไดออกไซด์ และออกไซด์ของไนโตรเจน(พีพีเอ็ม)									
	รถยนต์ส่วนบุคคล		รถจักรยานยนต์				รถแท็กซี่		รถสามล้อ	
			สองจังหวะ		สี่ จังหวะ					
	NO	NO_x	NO	NO_x	NO	NO_x	NO	NO_x	NO	NO_x
รอบเครื่องเดินเบา	64.36	115.31	25.97	39.48	18.22	28.23	48.45	59.26	25.43	30.16
10	94.93	161.80	29.06	43.11	28.43	40.84	60.60	83.83	26.94	32.50
18	125.41	229.71	27.12	44.58	34.54	46.85	83.69	123.87	32.30	43.08
28	188.17	329.16	33.87	51.44	48.15	60.56	131.89	234.49	38.91	48.58
60	267.48	571.43	44.93	67.20	92.79	131.43	154.75	280.03	66.61	78.21



รูปที่ 5.2 ปริมาณการระบายก๊าซไนตริกออกไซด์ และออกไซด์ของไนโตรเจน จากรถยนต์ห้าประเภท ที่ความเร็วต่างๆ

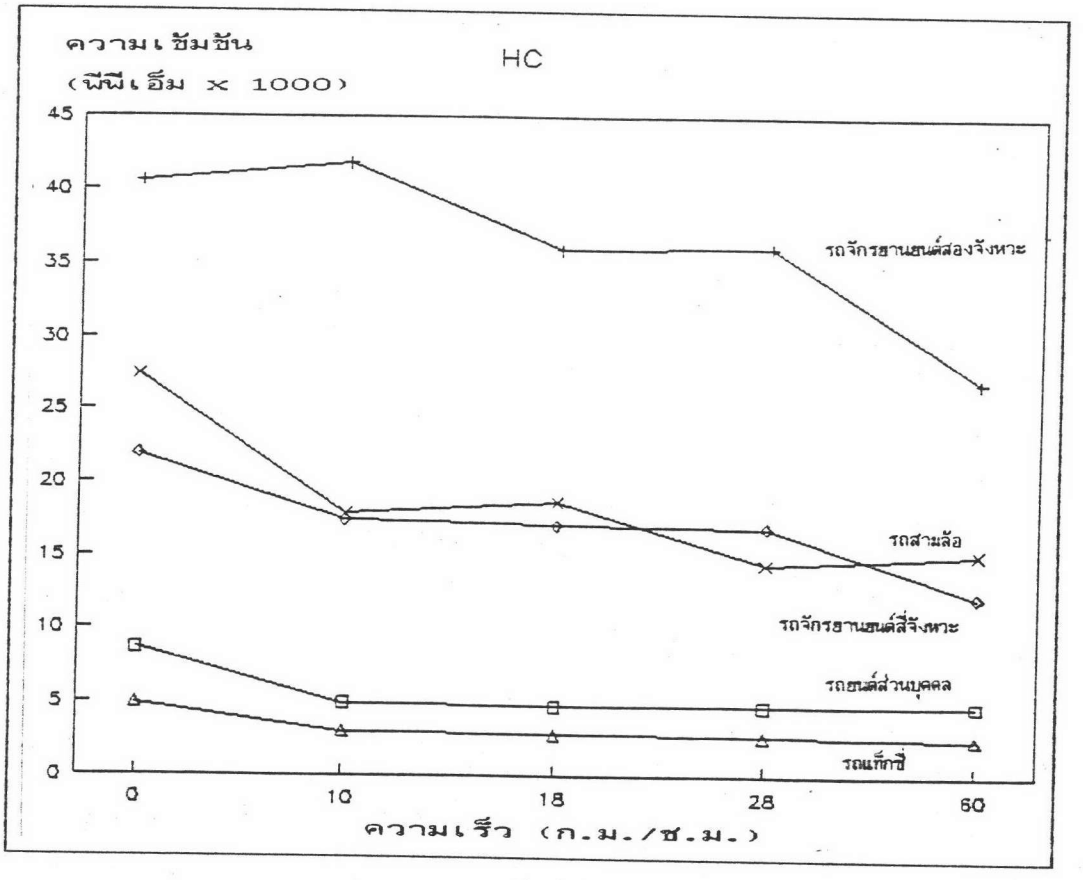
ผลการเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 พบว่ารถยนต์ส่วนบุคคลและรถแท็กซี่มีปริมาณการระบายไนตริกออกไซด์ และ ออกไซด์ของไนโตรเจนออกมามากกว่ารถจักรยานยนต์ และรถสามล้อ รถสามล้อและรถจักรยานยนต์ซึ่งใช้เครื่องยนต์สองจังหวะมีปริมาณการระบายต่ำที่สุด ทั้งนี้น่าจะมีสาเหตุจากการที่อุณหภูมิในห้องสันดาปต่ำกว่า และโอกาสที่จะเกิดการเผาไหม้สมบูรณ์มีน้อยกว่าเครื่องยนต์ประเภทสี่จังหวะ

3 ไฮโดรคาร์บอน

ไฮโดรคาร์บอน เป็นสารมลพิษทางอากาศอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเกิดจากเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้ในห้องสันดาปไม่หมด เชื้อเพลิงที่หลงเหลือจึงถูกระบายปะปนออกมากับไอเสีย การเกิดไฮโดรคาร์บอนจะมีความสัมพันธ์ กับค่า อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง ถ้าค่าอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงสูง การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น ปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอนจะลดลง

ตารางที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของการระบายไฮโดรคาร์-บอนจากรถยนต์ประเภทต่างๆ เมื่อความเร็วเปลี่ยนแปลง

ความเร็ว ก.ม./ช.ม.	ปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอน (พีพีเอ็ม เทียบเท่า มีเทน)				
	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถจักรยานยนต์		รถแท็กซี่	รถสามล้อ
		สองจังหวะ	สี่ จังหวะ		
รอบเครื่องเดินเบา	8656.61	40645.57	21932.91	4934.93	27381.35
10	4935.50	41808.54	17367.35	3017.01	17833.15
18	4726.62	35988.60	17045.73	2814.88	18677.06
28	4733.74	36119.75	16885.87	2692.69	14409.73
60	4748.95	26911.32	12210.20	2500.50	15132.45



รูปที่ 5.3 ปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอน จากรถยนต์ห้าประเภท ที่ความเร็วต่างๆ

ผลการศึกษาพบว่า รถยนต์ก๊าซโซลีนประเภทเครื่องยนต์สองจังหวะ ซึ่งได้แก่ รถจักรยานยนต์และรถสามล้อ มีไฮโดรคาร์บอนระบายออกมาสูงมากกว่ารถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สี่จังหวะ ทั้งนี้เพราะเครื่องยนต์สองจังหวะต้องใช้ไอดีไล่ไอเสียในห้องสันดาป ไอดีบางส่วนจะปะปนออกมากับไอเสียได้ด้วย อีกสาเหตุหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับการระบายไฮโดรคาร์บอนคือเครื่องยนต์ที่ใช้อากาศระบายความร้อนทำให้เควนช์ โซน ในห้องสันดาปกว้าง ขอบเขตการเผาไหม้ในห้องสันดาปจึงแคบลง ดังนั้นจึงพบว่า รถจักรยานยนต์เครื่องยนต์สี่จังหวะ มีปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอน สูงกว่ารถยนต์ส่วนบุคคล และรถแท็กซี่ ส่วนรถแท็กซี่นั้นมีการระบายน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ประเภทอื่นๆ เพราะเชื้อเพลิง แอลพีจี มีออกเทนนัมเบอร์สูงเผาไหม้ดีกว่า การสันดาปจึงมีโอกาสเกิดขึ้นได้สมบูรณ์มากกว่า

ปัจจุบัน ประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอนจากท่อไอเสียของรถยนต์ แต่ในต่างประเทศได้มีการกำหนดมาตรฐานไฮโดรคาร์บอนและวิธีการตรวจวัดโดยใช้ระบบ คอนสแตนท์ โวลุม แซมปริง (Constant Volume Sampling) กับลักษณะการขับขี่รถยนต์ (Driving cycle) เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น แต่ในประเทศญี่ปุ่น ได้กำหนดมาตรฐานปริมาณการระบายสารไฮโดรคาร์บอนสำหรับการตรวจสอบรถยนต์ในสภาพทั่ว ๆ ไปไว้ โดยกำหนดว่ารถยนต์ก๊าซโซลีนทุกชนิดจะต้องระบายไฮโดรคาร์บอน ออกมาไม่มากกว่าหนึ่งพันสองร้อยส่วนในล้านส่วนเทียบเท่า นอร์มาล เฮกเซน ที่สภาวะรอบเครื่องเดินเบา(20)

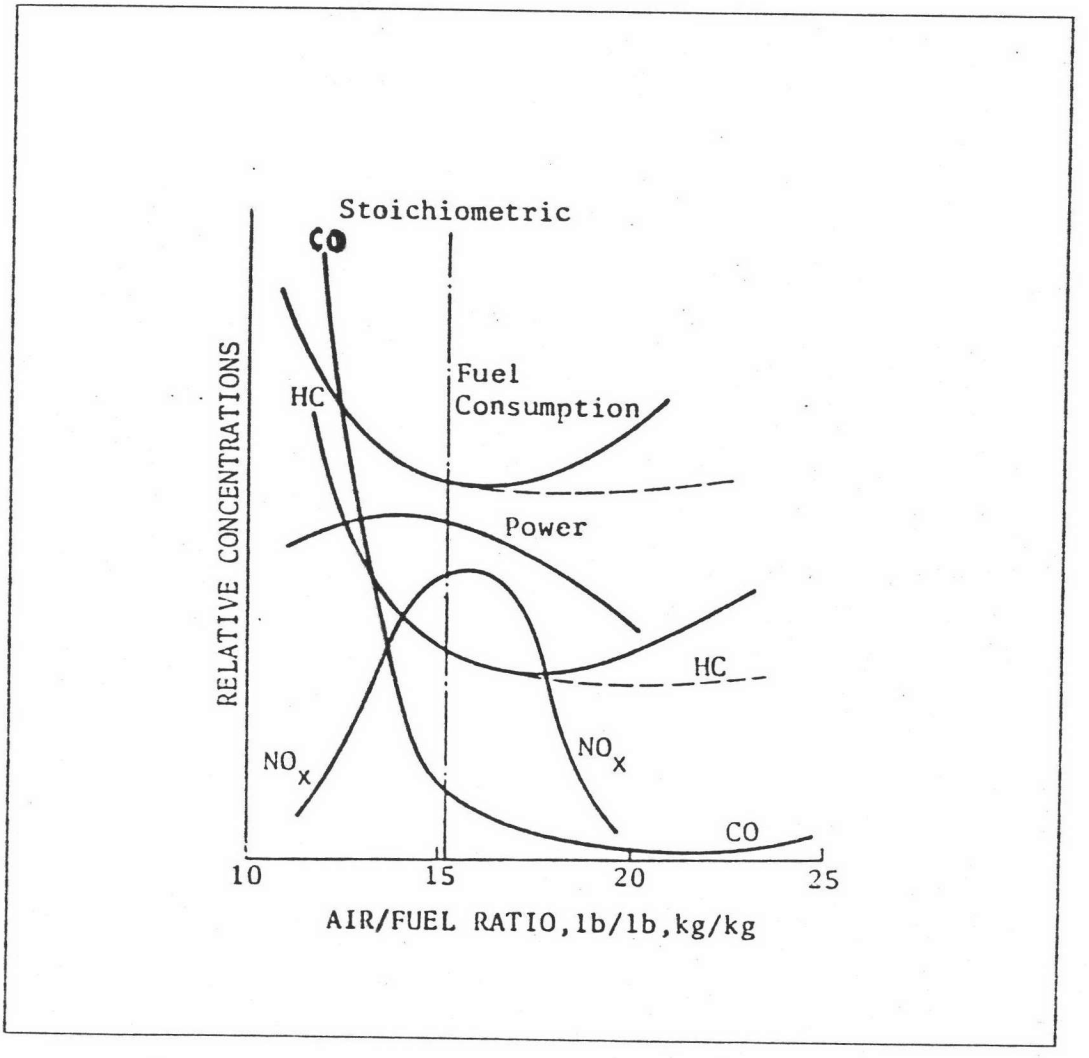
ตารางที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบการระบายไฮโดรคาร์บอน จากรถยนต์ประเภทต่าง ๆ เทียบกับมาตรฐาน ฯ ญี่ปุ่น

ความเข้มข้น (พีพีเอ็ม) เทียบเท่า	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถจักรยานยนต์		รถแท็กซี่	รถสามล้อ
		สองจังหวะ	สี่ จังหวะ		
มีเทน	8656.61	40645.57	21932.91	4934.93	27381.35
นอร์มาลเฮกเซน	1442.77	6774.26	3655.48	822.49	4563.56

ถ้าคำณวนความเข้มข้นของไฮโดรคาร์บอน ที่รอบเครื่องยนต์เดินเบาจากรถยนต์ทั้งห้าประเภทเทียบเท่ากับนอร์มาล เฮกเซน โดยประมาณว่าความเข้มข้นเมื่อเทียบกับนอร์มาล เฮกเซน มีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับมีเธนหกเท่าดังแสดงในตารางที่ 5.4 เห็นได้ว่า รถยนต์เกือบทุกประเภท มีการระบายไฮโดรคาร์บอนสูงกว่ามาตรฐานฯ ของประเทศญี่ปุ่น ยกเว้นรถแท็กซี่เท่านั้นที่ยังอยู่ในมาตรฐานฯ ของประเทศญี่ปุ่น

ลักษณะการระบายไอเสีย

จากทฤษฎีการสันดาปของเครื่องยนต์สันดาปภายในได้อธิบายไว้ว่า เครื่องยนต์สันดาปภายในชนิดเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากปฏิกิริยาการเผาไหม้เป็นจำนวนมากเมื่ออัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงต่ำ แต่จะลดลงเมื่ออัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น ส่วนออกไซด์ของไนโตรเจนจะเกิดน้อยเมื่ออัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงต่ำ ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิในห้องสันดาปยังไม่สูง



รูปที่ 5.4 ลักษณะการเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และออกไซด์ของไนโตรเจน ตามทฤษฎีการสันดาป ของเครื่องยนต์สันดาปภายในชนิดเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน

พอ แต่เมื่อค่าอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น อุณหภูมิในห้องสันดาปจะสูงขึ้นตามจังหวะการเผาไหม้ที่เกิดเร็วขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีโอกาสเกิดออกไซด์ของไนโตรเจนได้มากขึ้น

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่ารถยนต์เกือบทุกชนิดมีการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอนเป็นไปตามทฤษฎีสันดาปภายใน กล่าวคือปริมาณการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และไฮโดรคาร์บอนจะลดปริมาณลงเมื่อความเร็วรถยนต์เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะการเพิ่มความเร็วรถยนต์นั้นเป็นผลมาจากการเพิ่มอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงที่ส่งไปยังห้องสันดาปยกเว้นรถจักรยานยนต์สองจังหวะมีการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นผลมาจากลักษณะเฉพาะของเครื่องยนต์ที่ต้องใช้ไอดีไปไล่ไอเสียในห้องสันดาป และการใช้อากาศระบายความร้อนจึงทำให้ผลแตกต่างกันไป

ส่วนออกไซด์ของไนโตรเจนมีการระบายเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ในทฤษฎีการสันดาปภายใน จากการศึกษานี้พบว่าการระบายก๊าซนี้จะเป็นไปตามทฤษฎีก็ตาม แต่ปริมาณความเข้มข้นของการระบายจะแตกต่างกันมาก รถยนต์ส่วนบุคคล รถแท็กซี่ และรถสามล้อ จะมีปริมาณการระบายก๊าซนี้สูงกว่ารถจักรยานยนต์ทั้งสองประเภท ทั้งนี้เป็นผลมาจากลักษณะเฉพาะของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์เช่นกัน

<u>ลักษณะอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณการระบายสารมลพิษทางอากาศ</u>

ปริมาณการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และ ออกไซด์ของไนโตรเจนที่ระบายออกจากท่อไอเสียของรถยนต์แต่ละประเภทนั้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของรถยนต์และเครื่องยนต์แต่ละชนิด ซึ่งทำให้มีลักษณะการระบายสารมลพิษทางอากาศที่แตกต่างกันออกไปแล้วนั้น ยังมีลักษณะความแตกต่างอื่นๆที่ทำให้ปริมาณการระบายสารมลพิษทางอากาศแตกต่างกันออกไปอีกด้วย ลักษณะสำคัญที่สามารถนำมาประเมินผลนั้นได้แก่ ความจุกระบอกสูบ และอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ ในรถยนต์กลุ่มเดียวกัน โดยได้ใช้วิธีการทางสถิติซึ่งเรียกว่า "สมการถดถอยเชิงเส้น" (Linear regression) มาอธิบาย และประเมินลักษณะของเครื่องยนต์กับปริมาณการระบายสารมลพิษทางอากาศ

1 ความจุกระบอกสูบของเครื่องยนต์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการระบาย

รถยนต์ประเภทต่างๆ ที่ใช้เป็นตัวอย่างในการวิจัยมีความจุกระบอกสูบแตกต่างกันไปตามยี่ห้อ และรุ่นของรถยนต์ประเภทนั้น ๆ แต่รถสามล้อที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีความจุกระบอกสูบสามร้อยห้าสิบลูกบาศก์เซนติเมตรเท่านั้น ส่วนขนาดห้าร้อยห้าสิบลูกบาศก์เซนติเมตรยังมีที่ใช้น้อยมาก การสุ่มเก็บตัวอย่างจึงได้เฉพาะรถสามล้อ ที่มีขนาดความจุกระบอกสูบสามร้อยห้าสิบลูกบาศก์เซนติเมตร และเช่นเดียวกันกับรถแท็กซี่ซึ่งในปัจจุบันมีใช้อยู่เพียงสองถึงสามยี่ห้อ ส่วนมากมีความจุกระบอกสูบหนึ่งพันสามร้อยลูกบาศก์เซนติเมตร การสุ่มเก็บตัวอย่างจึงได้เฉพาะรถแท็กซี่ที่มีความจุกระบอกสูบขนาดเดียว ดังนั้นการพิจารณาปริมาณการระบายโดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้น จึงได้แสดงเฉพาะรถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์สองจังหวะ และรถจักรยานยนต์สี่จังหวะเท่านั้น (ภาคผนวก ข) ผลสรุปได้ว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากรถยนต์ส่วนบุคคลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อขนาดกระบอกสูบใหญ่ขึ้น แต่ในทางตรงข้ามรถจักรยานยนต์ทั้งสองประเภทมีแนวโน้มลดปริมาณการระบายลงเมื่อขนาดของกระบอกสูบเพิ่มขึ้น สำหรับออกไซด์ของไนโตรเจนนั้น ปริมาณการระบายจากรถยนต์ทั้งสามประเภทมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อขนาดกระบอกสูบเพิ่มขึ้น ส่วนไฮโดรคาร์-บอนนั้นรถยนต์ส่วนบุคคลและรถจักรยานยนต์สองจังหวะ แนวโน้มของปริมาณการระบายเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อความจุกระบอกสูบเพิ่มขึ้น แต่ในรถจักรยานยนต์สี่จังหวะมีแนวโน้มลดปริมาณการระบายลงเล็กน้อย เมื่อความจุกระบอกสูบเพิ่มขนาดขึ้น

ผลจากการพิจารณาทั้งหมด พบว่าเมื่อขนาดความจุกระบอกสูบเปลี่ยนขนาดไป ปริมาณการระบายสารมลพิษทางอากาศทั้งสามชนิดจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าปริมาณการระบายสารมลพิษทางอากาศจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยนั้น มีความสัมพันธ์กับปริมาตรของกระบอกสูบของเครื่องยนต์ที่ใช้ในรถยนต์แต่ละประเภทด้วย

2 อายุการใช้งานของเครื่องยนต์ที่เกี่ยวข้องกับการระบาย

รถยนต์และเครื่องยนต์ทุกชนิดเมื่อถูกนำมาใช้งาน ประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ มีอายุการใช้งาน ดังนั้น เมื่อเครื่องยนต์เสื่อมสมรรถภาพลง ย่อมมีผลต่อการทำงานด้วย การระบายสารมลพิษทางอากาศ

อาจเปลี่ยนแปลงเมื่อใช้อายุการใช้งานรถยนต์มากขึ้น จึงได้นำสมการถดถอยเชิงเส้นมาประเมินความสัมพันธ์ระหว่างการระบายสารมลพิษทางอากาศกับอายุการใช้งานของรถยนต์ (ภาคผนวก ข) ซึ่งสรุปได้ว่าปริมารการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากรถจักรยานยนต์ทั้งสองประเภทและรถแท็กซี่ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการใช้งานเพิ่มขึ้น แต่รถยนต์ส่วนบุคคล และรถสามล้อมีแนวโน้มลดปริมาณลง เมื่ออายุการใช้งานเพิ่มขึ้น สำหรับออกไซด์ของไนโตรเจนจากรถยนต์เกือบทุกประเภทมีแนวโน้มลดปริมาณลง เมื่ออายุการใช้งานเพิ่มขึ้น ยกเว้นรถจักรยานยนต์สองจังหวะจะมีลักษณะตรงข้ามกัน ส่วนปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอนจากรถยนต์เกือบทุกประเภท มีแนวโน้มเพิ่มปริมาณขึ้นเมื่ออายุการใช้งานเพิ่มขึ้น ยกเว้นรถสามล้อมีลักษณะตรงข้ามกัน

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ทั้งหมดนี้อาจกล่าวได้ว่า เมื่ออายุการใช้งานของรถยนต์เพิ่มขึ้นแนวโน้มของปริมาณการระบายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรคาร์บอนควรเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่จากผลการวิจัยข้างต้นไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์นั้นทั้งนี้เพราะมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้ผลปรากฏออกมาดังกล่าว สิ่งที่สำคัญคือ รถยนต์ถึงแม้จะมีอายุการใช้งานนานหากได้รับการดูแลรักษาเครื่องยนต์อย่างดี ปริมาณการระบายสารมลพิษไม่ควรเพิ่มขึ้นตามอายุการใช้งาน ดังเช่น รถยนต์ส่วนบุคคลที่สุ่มตัวอย่าง พบว่ามีมากกว่าครึ่งหนึ่งที่ได้รับการดูแลและบำรุงรักษาเครื่องยนต์อย่างสม่ำเสมอ ปริมาณการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จึงแสดงผลให้เห็นแนวโน้มลดปริมาณลงเมื่ออายุการใช้งานเพิ่มขึ้น สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือ ตัวอย่างที่ได้ในครั้งนี้มีจำนวนน้อย ข้อมูลที่ได้มีความแตกต่างกันมากจนทำให้การทำนายโดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นไม่ชัดเจนนัก แต่อย่างไรก็ตามการสรุปโดยใช้วิธีนี้ จะถือเป็นแนวทางในการประเมินปริมาณการระบาย ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปบ้างเมื่ออายุการใช้งานของรถยนต์เพิ่มขึ้นเท่านั้น

<u>การระบายชนิดและปริมาณไฮโดรคาร์บอน</u>

รถยนต์ส่วนบุคคลและรถจักรยานยนต์สี่จังหวะมีการระบายสารไฮโดรคาร์บอนคล้ายคลึงกัน โดยมี บิวเทน โทลูอีน และไซลีนมากที่สุด ส่วนไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่น ๆ มีความเข้มข้นต่ำกว่า และมีระดับใกล้เคียงกัน เมื่อความเร็วเพิ่มปริมาณการระบายลดลง องค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนแต่ละชนิดที่ระบายออกมา ได้เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นไป

ด้วย แต่ยังคงมี บิวเทน โทลูอีน และไซลีน มากที่สุดเช่นเดิม

สำหรับรถจักรยานยนต์สองจังหวะ มีลักษณะการระบายไฮโดรคาร์บอนที่แตกต่างจากเครื่องยนต์สี่จังหวะ ปริมาณไฮโดรคาร์บอนมีความเข้มข้นสูง และส่วนมากจะเป็น C_4 ถึง C_5 ลักษณะการระบายนั้นใกล้เคียงกับไอระเหยของน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่า ส่วนมากเป็นไอดีที่เล็ดลอดออกมาจากห้องสันดาปในจังหวะไล่ไอเสีย

ส่วนรถแท็กซี่และรถสามล้อซึ่งใช้เชื้อเพลิงแอลพีจี ซึ่งประกอบไปด้วยไฮโดรคาร์บอนที่สำคัญสองชนิดคือ โปรเพน และบิวเทน ในอัตราส่วนประมาณเจ็ดส่วนต่อสามส่วน แต่เมื่อเผาไหม้แล้ว สิ่งที่ระบายออกมาทางท่อไอเสียพบว่ามีโปรเพนออกมาเป็นจำนวนมาก รถแท็กซี่พบว่ามีเอทธิลีน (ethylene) อะเซทิลีน (acetylene) โปรพีน (propene) และ บิวเทนระบายออกมา โดยแต่ละชนิดมีปริมาณประมาณครึ่งหนึ่งของโปรเพน เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นปริมาณการระบายแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันบ้าง สำหรับรถสามล้อนอกจากพบว่า มีโปรเพนออกมามากที่สุดแล้วยังมีโปรพีนและบิวเทนออกมาด้วย แต่ระดับต่ำกว่าโปรเพนประมาณสามเท่า ส่วนไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่นๆ พบน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับรถแท็กซี่

การระบายชนิดและปริมาณไฮโดรคาร์บอน จากการศึกษาในครั้งนี้มีลักษณะใกล้เคียงกับรายงานจากการศึกษาของรถยนต์ในประเทศสหรัฐอเมริกาโดย Nelson & Quigley และการศึกษารถยนต์ในประเทศเนเธอร์แลนด์โดย Brasser กล่าวคือรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเหลวมีการระบายสารเบนซีน โทลูอีน และไซลีน ออกมาสูงกว่าไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่น แต่รถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแอลพีจีมีลักษณะการระบายแตกต่างกัน ในประเทศเนเธอร์แลนด์นั้น มีการระบายเพนเทนออกมาร้อยละหกสิบสี่ เอทิลีนร้อยละสิบหกของน้ำหนัก แต่จากการศึกษาจากรถแท็กซี่พบว่ามีโปรเพนออกมามากที่สุดและมีเอทธิลีน อะเซทิลีน โปรพีน และบิวเทนลดน้อยลงมาตามลำดับ ส่วนรถสามล้อมีการระบายโปรเพนออกมามากที่สุด นอกนั้นเป็นบิวเทน เอทิลีน และอะเซทิลีน โดยการแสดงผลเปรียบเทียบระหว่างการศึกษาในครั้งนี้ กับผลจากต่างประเทศ ได้แสดงให้เห็นเฉพาะลักษณะการระบายที่แตกต่างหรือคล้ายคลึงเท่านั้น โดยไม่ได้เปรียบเทียบความเข้มข้นในหน่วยเดียวกัน

ตารางที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบผลการศึกษาชนิด และ ระดับของสารไฮโดรคาร์บอนที่ระบายออกจากท่อไอเสียรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซโซลีนเหลว

ไฮโดรคาร์บอน	Nelson (% w/w)	Brasser (% w/w)	ผลจากการศึกษา (พีพีเอ็ม)		
			1	2	3
methane	-	4.5	-	-	-
ethane	1.4	-	-	-	-
ethylene	11.2	7.5	-	-	-
acetylene	8.7	7.0	-	-	-
propane	0.1	-	N	N	N
propene	-	4.0	-	-	-
propylene	5.0	-	-	-	-
methylacetylene	0.4	-	-	-	-
n-butane	2.1	2.5	26.58	372.83	119.84
i-butane	1.0	-	275.70	1424.77	1012.92
1-butene +i-butene	2.3	2.5	-	-	-
cis + trans-2-butene	1.1	1.0	-	-	-
n-pentane	3.0	-	28.08	1550.94	177.85
i-pentane	4.8	-	34.51	1474.53	220.06
cyclopentane	0.4	-	-	-	-
1-pentene	0.2	2.5	-	-	-
cis + trans-2-pentene	0.6	0.5	-	-	-
2-methyl-1-butene	0.3	-	-	-	-
2-methyl-2-butene	0.5	1.0	-	-	-
n-hexane	1.9	-	42.81	1467.30	132.49
2-methylpentane	2.3	-	40.82	1226.86	212.51
3-methylpentane	1.6	-	19.27	621.69	83.01
2,2-dimethylbutane	0.3	-	-	-	-
2,3-dimethylbutane	0.6	-	-	-	-
methylcyclopentane	1.0	-	20.79	631.47	64.50
cyclohexane	0.6	-	18.42	342.80	18.76
other C_3-C_4 olefins	-	1.0	-	-	-
other C_5 olefins	-	2.0	-	-	-
other C_2-C_5 paraffines	-	2.5	-	-	-

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

ไฮโดรคาร์บอน	Nelson (% w/w)	Brasser (% w/w)	ผลจากการศึกษา (พีพีเอ็ม)		
			1	2	3
C_6 + paraffines	–	14.0	–	–	–
C_6 olefins	0.7	2.0	–	–	–
C_7 + olefins	–	2.5	–	–	–
benzene	5.0	3.5	53.44	355.51	145.48
n-heptane	0.8	–	38.02	655.44	86.05
2-methylhexane	1.5	–	37.14	536.32	107.12
3-methylhexane	1.2	–	30.04	399.85	91.17
2,4-dimethyl pentane	0.3	–	5.59	0.59	5.88
methylcyclohexane	0.6	–	–	–	–
2,4-dimethylhexane	–	–	26.35	562.29	33.30
other C_7 cyclo alkanes	0.3	–	–	–	–
toluene	10.2	12.0	175.35	866.11	468.80
2 & 4-methylhep tane	–	–	17.37	242.25	51.96
3-methylheptane	–	–	19.84	306.39	53.95
n-octane	0.4	–	14.19	286.89	35.55
2,2,4-trimethyl pentane	1.0	–	–	–	–
other C_8 alkanes	3.2	–	–	–	–
ethylbenzene	1.9	2.0	31.25	139.14	74.06
m,p-xylenes	6.5	5.5	467.91	621.05	371.21
2-methyloctane	–	–	6.96	55.58	10.89
3-methyloctane	–	–	5.33	40.46	7.51
o-xylene	2.5	3.0	41.43	221.82	117.37
n-nonane	0.2	–	5.94	73.44	7.15
other C_9 alkanes	1.7	–	–	–	–
other C_9 aromatic compound	–	4.0	–	–	–
n-propylbenzene	0.4	–	26.22	81.98	51.16
i-propylbenzene	0.2	–	–	–	–
1,2,4-trimethyl benzene	1.9	4.0	–	–	–

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

ไฮโดรคาร์บอน	Nelson (% w/w)	Brasser (% w/w)	ผลจากการศึกษา (พีพีเอ็ม)		
			1	2	3
1,3,5-trimethyl benzene	0.7	1.0	–	–	–
m,p-ethyltoluenes	2.0	–	–	–	–
o-ethyltoluene	0.6	–	–	–	–
n-decane	0.4	–	N	16.54	0.77
other C_{10} alkanes and aromatics	0.9	6.0	–	–	–
C_{11} and C_{12} alkanes and aromatics	3.6	–	N	11.34	3.31

หมายเหตุ 1 "N" หมายถึง ค่าน้อยมากจนคำนวณไม่ได้
2 "1" หมายถึง รถยนต์ส่วนบุคคล
3 "2" หมายถึง รถจักรยานยนต์สองจังหวะ
4 "3" หมายถึง รถจักรยานยนต์สี่จังหวะ