บทที่ 6

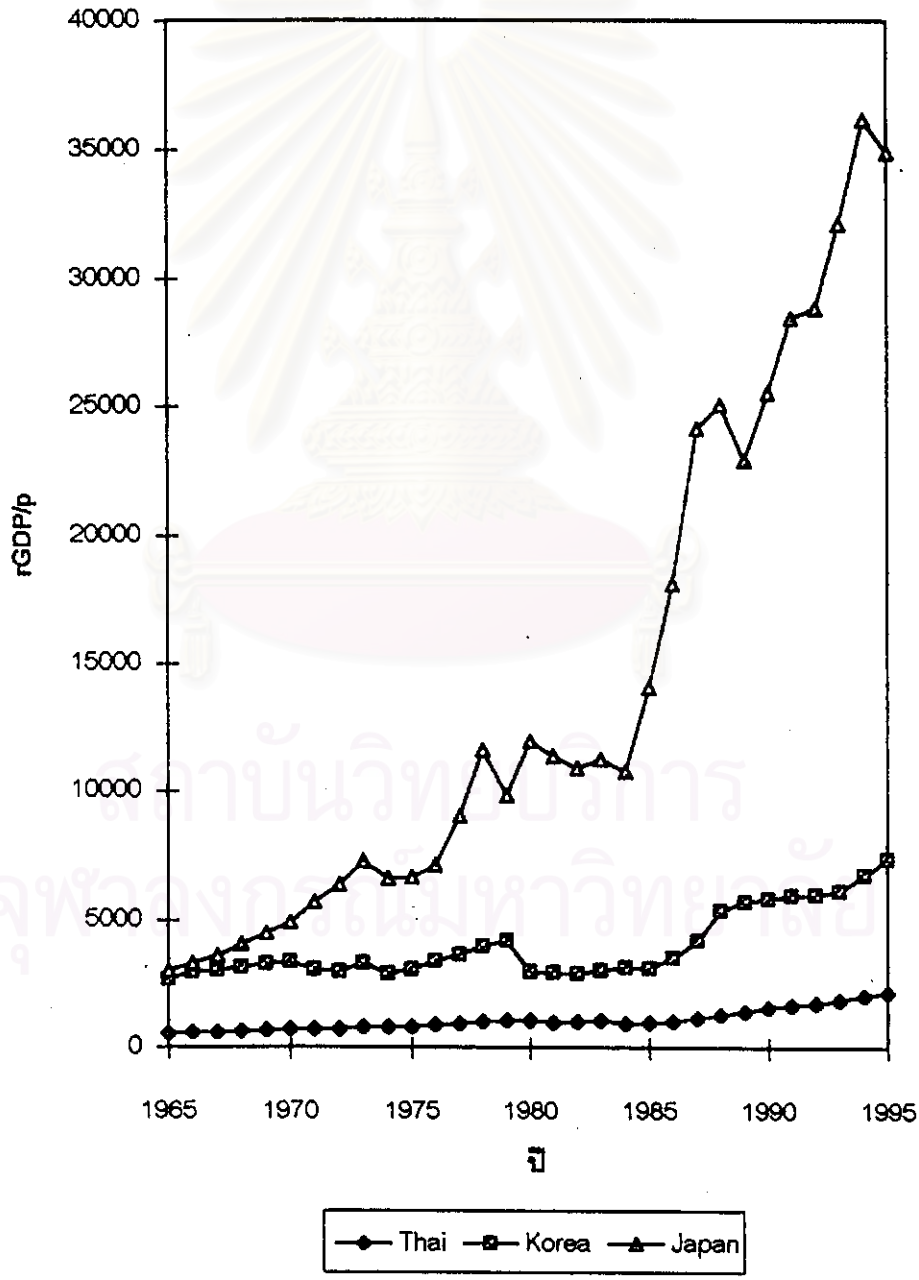
ผลการศึกษา

ในการศึกษานี้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ว่าความเจริญก้าวหน้าทางด้านเศรษฐกิจของประเทศหนึ่ง ๆ สามารถพิจารณาได้จากค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริง (real gross domestic demand, rGDP) ประเทศที่มีมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงใกล้เคียงกันย่อมมีความเจริญทางด้านเศรษฐกิจใกล้เคียงกัน นอกจากนี้แล้ว ปริมาณความต้องการเอทิลีนภายในประเทศนั้นก็ขึ้นอยู่กับค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงด้วย ฉะนั้น ประเทศที่มีค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงใกล้เคียงกัน ย่อมมีความต้องการเอทิลีนในปริมาณที่ใกล้เคียงกันด้วย

ผลการวิเคราะห์

ในการศึกษาได้นำค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งคน (real gross domestic product, rGDP) ของประเทศต่าง ๆ ในทวีปเอเชีย เช่น สิงคโปร์ เกาหลี ญี่ปุ่น และ ไทย มาทำการเปรียบเทียบเป็นค่าเงินในหน่วยเดียวกัน ซึ่งในการศึกษานี้จะทำการเปรียบค่า real GDP percapita ของทุกประเทศในหน่วยของดอลล่าร์ และนำค่า real GDP percapita ของแต่ละประเทศมาเขียนกราฟระหว่างค่า real GDP percapita กับ ปี บนแกนเดียวกัน โดยกำหนดให้แกนนอน (แกน x) เป็นปี ส่วนแกนตั้ง (แกน y) เป็นค่า real GDP percapita ดังแสดงไว้ในรูปที่ 6-1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า real GDP percapita เมื่อเวลาผ่านไปของประเทศต่าง ๆ จะมีลักษณะเป็นกราฟเอกโปแนนเชียล และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกัน โดยเปรียบเทียบค่า real GDP percapita ของประเทศไทยกับประเทศอื่น ๆ พบว่าเมื่อสิบปีที่แล้วประเทศเกาหลีมีค่า real GDP percapita ใกล้เคียงกับค่า real GDP percapita ของประเทศไทยในปัจจุบัน กล่าวคือ ประเทศไทยมีค่า real GDP percapita ในช่วงปี ค.ศ. 1986-1995 ประมาณใกล้เคียงกับค่า real GDP percapita ของประเทศเกาหลีในช่วงปี ค.ศ. 1976-1985 กล่าวคือ ประเทศเกาหลีมีค่า real GDP percapita มากกว่าค่า real GDP percapita ของประเทศไทยอยู่ประมาณ 10 ปี ซึ่งนับว่าประเทศ

รูปที่ 6-1 : แสดงการเปรียบเทียบค่า rGDP/p ของประเทศต่าง ๆ



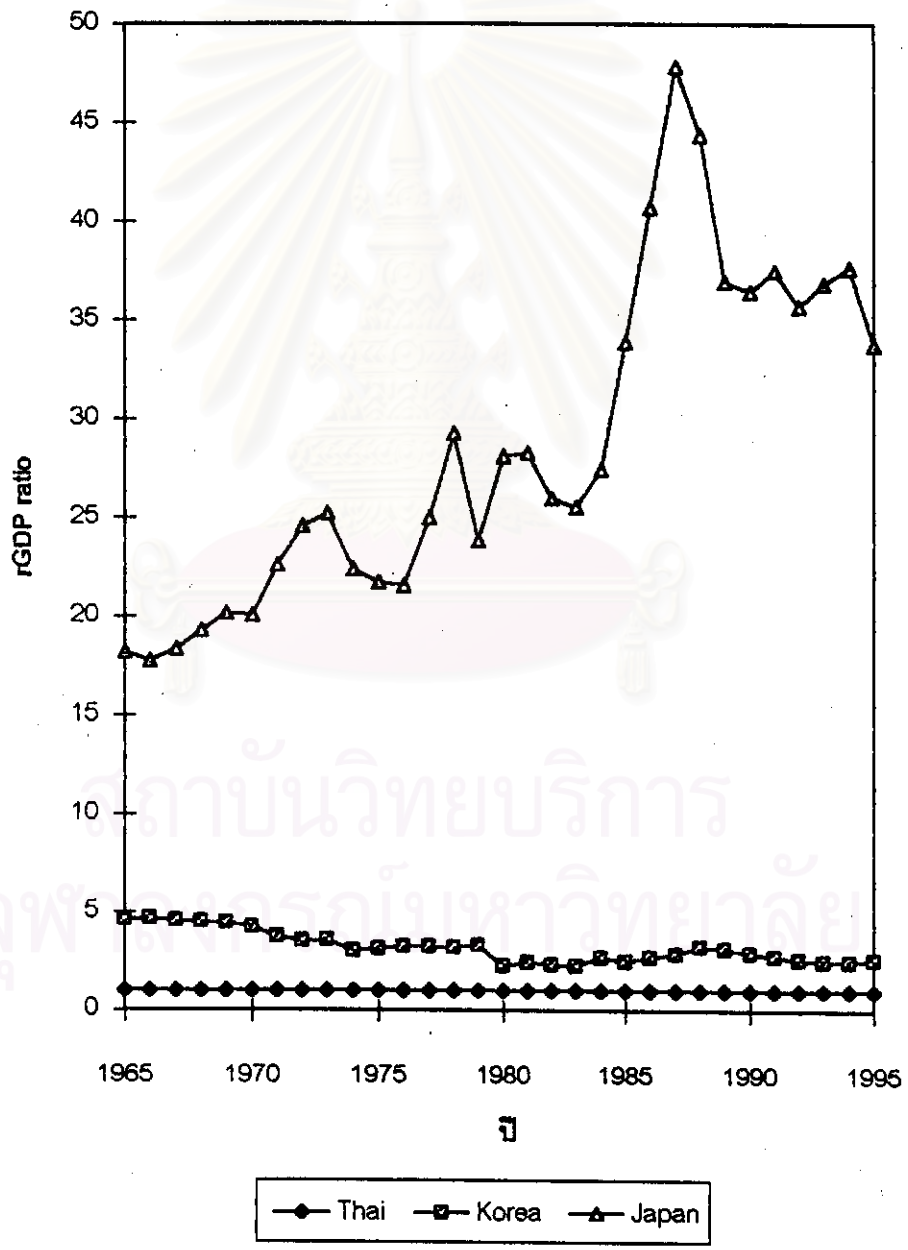
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไทยกับประเทศเกาหลีมีค่า real GDP percapita ค่อนข้างใกล้เคียงกัน ฉะนั้น ลักษณะการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจของประเทศไทยกับประเทศเกาหลีจึงค่อนข้างใกล้เคียงกันด้วย ส่วนค่า real GDP percapita ของประเทศญี่ปุ่นค่อนข้างจะพัฒนาไปมากกว่าประเทศไทยอยู่ราว 20-30 ปี ซึ่งนับว่าพัฒนาไปมากกว่าประเทศไทยค่อนข้างสูง นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาค่า real GDP percapita ของประเทศไทย ประเทศเกาหลี และประเทศญี่ปุ่นในลักษณะของค่า real GDP ratio โดยนำค่า real GDP ของประเทศแต่ละประเทศหารด้วยค่า real GDP ของประเทศไทยพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป ค่า real GDP ratio ของประเทศเกาหลีมีแนวโน้มเบนเข้าใกล้ค่า real GDP ratio ของประเทศไทย ซึ่งเป็นการยืนยันว่าลักษณะการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจของประเทศไทยกับประเทศเกาหลีค่อนข้างใกล้เคียงกัน ส่วนค่า real GDP ratio ของประเทศญี่ปุ่นจะพัฒนาเศรษฐกิจมากกว่าประเทศไทยประมาณ 20 ปี และพบว่าเมื่อประมาณ 10 ปีที่แล้วประเทศญี่ปุ่นมีค่า real GDP per capita ใกล้เคียงกับค่า real GDP per capita ของประเทศเกาหลีในปัจจุบัน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 6-2

ในส่วนของประเทศสิงคโปร์นั้น เมื่อพิจารณาดูค่า real GDP พบว่าแนวโน้มของกราฟ real GDP ของประเทศสิงคโปร์ใกล้เคียงกับประเทศไทยค่อนข้างมากเช่นกัน การพัฒนาในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีของสิงคโปร์นั้นมีมานานแล้ว แต่เมื่อพิจารณาถึงลักษณะของการนำเข้าและการส่งออกแล้วพบว่า ในประเทศสิงคโปร์มีการนำเข้าเพื่อการส่งออก (re-export) อยู่มาก ข้อมูลปริมาณการใช้สารปิโตรเคมีภายในประเทศจึงอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ ในการศึกษานี้จึงไม่นำเอาประเทศสิงคโปร์มาศึกษาด้วย นอกจากนี้ ประเทศอินโดนีเซีย และ ประเทศมาเลเซีย แม้ว่าจะมีค่า real GDP มากกว่าประเทศไทย แต่การพัฒนาอุตสาหกรรมปิโตรเคมี และการผลิตสารปิโตรเคมีเริ่มมีขึ้นเมื่อไม่นานมานี้ ในการศึกษาจึงไม่ได้นำเอาประเทศเหล่านี้มาพิจารณาด้วย

จากการศึกษาโดยใช้สมการ ordinary least square (OLS) และใช้การประมวลผลด้วยโปรแกรม TSP ซึ่งแยกตามอนุพันธ์ของเอทิลีน อันได้แก่ โพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene, LDPE) โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (high density polyethylene, HDPE) โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride, PVC) และเอทิลีนไกลคอล(eyhylene glycol, EG) ในการศึกษาจะใช้ข้อมูลปริมาณการใช้อนุพันธ์เอทิลีนภายในประเทศแต่ละชนิดเทียบต่อประชากรหนึ่งคน และค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริง (real GDP percapita) มาประมวลตามสมการ (5.1) (5.2) (5.3) และ (5.4) โดยจะแยกศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการใช้อนุพันธ์เอทิลีนภายในประเทศแต่ละชนิดต่อประชากรหนึ่งคนกับค่า real GDP percapita ของแต่ละประเทศไป

รูปที่ 6-2 : แสดงการเปรียบเทียบค่า rGDP ratio ของประเทศต่าง ๆ

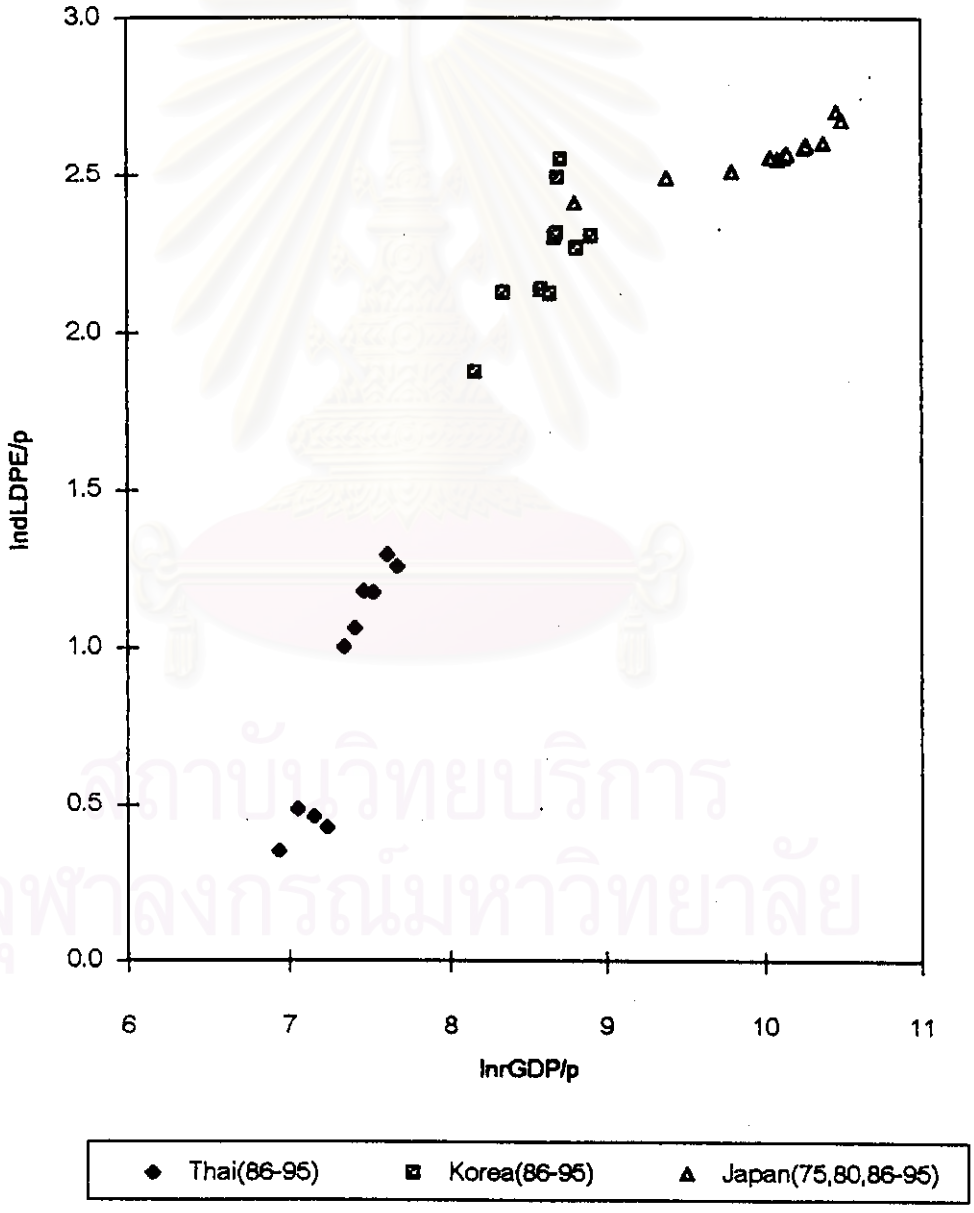


หลังจากนั้นได้นำข้อมูลปริมาณการใช้อนุพันธ์เอทิลีนแต่ละชนิดเทียบต่อประชากรหนึ่งคน และค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริง (real GDP percapita) ของแต่ละประเทศมาต่อกัน โดยข้อมูลในช่วงปี ค.ศ. 1986-1995 จะเป็นข้อมูลของประเทศไทยเอง ส่วนข้อมูลในช่วงปี ค.ศ. 1996-2005 เป็นข้อมูลปริมาณการใช้อนุพันธ์เอทิลีนภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคน และค่า real GDP ของประเทศเกาหลีในช่วงปี ค.ศ. 1986-1995 และข้อมูลในช่วงปี ค.ศ. 2006-2017 เป็นข้อมูลปริมาณการใช้อนุพันธ์เอทิลีนภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคน และค่า real GDP ของประเทศญี่ปุ่นในช่วงปี ค.ศ. 1975-1995ซึ่งจะแยกการศึกษาออกเป็นอนุพันธ์เอทิลีน 4 ชนิดอธิบายได้ดังนี้

1. โพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene, LDPE)

การประมาณค่าแบบจำลองในการศึกษาปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศของประเทศไทยพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ดี กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 80 ขึ้นไป โดยที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งคนส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคนเท่ากับ 1.49 หน่วย ในทิศทางบวก ส่วนการศึกษาปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศของประเทศเกาหลีพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ค่อนข้างดีเช่นกัน กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งคนส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคนเท่ากับ 1.08 หน่วย ในทิศทางบวก และในการศึกษาปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศของประเทศญี่ปุ่นพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ดี กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 80 ขึ้นไป โดยที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งคนส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคนเท่ากับ 0.415 หน่วย ในทิศทางบวก และเมื่อเขียนกราฟแสดงโดยให้ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่ง (lnrGDP/p) เป็นแกนนอน (แกน x) และให้ค่าปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคน (lndLDPE/p) เป็นแกนตั้ง (แกน y) พบว่าไม่ว่าจะเป็นกราฟของประเทศไทย ประเทศเกาหลี หรือประเทศญี่ปุ่น ล้วนมีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรง ดังแสดงไว้ในรูปที่6 -3 และค่าต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 6-1

รูปที่ 6-3 : แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง lnrGDP/p และ lndLDPE/p ของประเทศต่าง ๆ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6-1 : ผลของการประมาณการจากแบบจำลองระหว่าง ปี ค.ศ. 1986 - ค.ศ. 1995

	ผลิตภัณฑ์	C	lnrGDPTT	R^2	Adjust R^2	F-stat	RSS
Thai	LDPE	-10.12	1.49	0.88	0.86	59.58	0.16
		(-7.10)	(7.71)				
	HDPE	-12.93	1.90	0.92	0.91	92.64	0.16
		(-8.91)	(9.62)				
	PVC	-12.72	1.90	0.89	0.87	65.16	0.23
		(-7.32)	(8.07)				
	EG	-15.33	2.12	0.92	0.91	100.37	0.19
		(-9.83)	(10.01)				
Korea	LDPE	-7.00	1.08	0.77	0.74	26.93	0.15
		(-3.89)	(5.18)				
	HDPE	-11.11	1.55	0.75	0.71	24.10	0.35
		(-4.06)	(4.90)				
	PVC	-9.13	1.35	0.80	0.78	33.91	0.19
		(-4.54)	(5.82)				
	EG	-10.54	1.50	0.86	0.84	49.27	0.15
		(-5.17)	(7.01)				
Japan	LDPE	-1.75	0.41	0.83	0.81	50.96	0.08
		(-2.99)	(7.13)				
	HDPE	-4.71	0.65	0.91	0.90	110.37	0.10
		(-7.51)	(10.50)				
	PVC	0.23	0.23	0.64	0.60	17.96	0.08
		(0.40)	(4.23)				
	EG	1.11	0.04	0.07	0.01	0.80	0.06
		(2.19)	(0.89)				

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บเป็นค่า t-statistics

เมื่อศึกษาปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศของประเทศไทยเทียบกับประเทศเกาหลี พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงปี ค.ศ. 1986-2005 ที่ดี กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 90 ขึ้นไป และเมื่อทำการทดสอบด้วย chow test เพื่อดูแนวโน้มปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศของประเทศไทยช่วง ค.ศ. 1986-1995 เทียบกับปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศของประเทศเกาหลีคือช่วง ค.ศ. 1986-1995 (ซึ่งต่อเป็นข้อมูลช่วงปี ค.ศ. 1996-2005 ของประเทศไทย) ว่ามีแนวโน้มเหมือนกันหรือไม่ พบว่าค่า F-stat ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่าค่า F-stat ที่เปิดจากตาราง ดังแสดงไว้ในภาคผนวก และตารางที่ 6-2 ซึ่งแสดงว่า แนวโน้มลักษณะปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศของประเทศไทยคือช่วงปี ค.ศ. 1986-1995 กับช่วงปี ค.ศ.1996-2005 มีลักษณะแนวทางเหมือนกันคืออยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ฉะนั้น ในอนาคตข้างหน้าประเทศไทยจึงอาจมีปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศในแนวทางและรูปแบบเดียวกันกับประเทศเกาหลีในอดีตที่ผ่านมา

แต่เมื่อศึกษาปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศของประเทศไทยเทียบกับประเทศญี่ปุ่น พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงปี ค.ศ. 1986-2007 ที่ดี กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 90 ขึ้นไป และเมื่อทำการทดสอบด้วย chow test เพื่อดูแนวโน้มปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศของประเทศไทยช่วง ค.ศ. 1986-1995 เทียบกับปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศของประเทศญี่ปุ่นคือช่วง ค.ศ. 1986-1995 (ซึ่งต่อเป็นช่วงปี ค.ศ.1996-2007 ของประเทศไทย) ว่ามีแนวโน้มเหมือนกันหรือไม่ พบว่าค่า F-stat ที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่า F-stat ที่เปิดจากตาราง ดังแสดงไว้ในภาคผนวกและตารางที่ 6-2 ซึ่งแสดงว่า แนวโน้มลักษณะปริมาณการใช้ LDPE ของประเทศไทยคือช่วงปี ค.ศ. 1986-1995 กับช่วงปี ค.ศ. 1996-2007 มีลักษณะแนวทางต่างกันคือไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ฉะนั้น ลักษณะการใช้ LDPE ในประเทศของประเทศไทยในอนาคตข้างหน้าอาจแตกต่างจากลักษณะการใช้ LDPE ในประเทศของประเทศญี่ปุ่น

นอกจากนี้ เมื่อศึกษาค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศต่อรายได้ (ซึ่งดูจากผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งคน) ของประเทศไทยกับประเทศเกาหลี โดยทดสอบด้วยวิธีการ t-test จากสมการ (5.12) พบว่าที่ความเชื่อมั่น 95 % ค่า t-stat ที่ได้จากการคำนวณตามสมการ (5.24) มีค่าน้อยกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง ณ degree of freedom (df) เท่ากับ 17 แสดงยอมรับสมมติฐาน ที่ว่าค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศไทยน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศเกาหลี ซึ่งแสดงว่าเมื่อรายได้ต่อประชากรเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 6-2 : ผลของการประมาณการจากแบบจำลองของประเทศต่าง ๆ

	ผลิตภัณฑ์	C	lnrGDPTT	R^2	Adjust R^2	RSS	F-stat chow test	t-test
Thai Korea	LDPE	-7.61 (-19.85)	1.15 (24.11)	0.96	0.96	0.38	1.73	1.25
	HDPE	-7.02 (-11.21)	1.08 (13.92)	0.91	0.91	1.01	7.66	3.94
	PVC	-6.63 (-11.39)	1.07 (14.76)	0.92	0.91	0.87	8.35	3.77
	EG	-11.98	1.66	0.98	0.98	0.48	2.90	1.30
Thai Japan	LDPE	-3.37 (-12.54)	0.57 (19.15)	0.94	0.94	0.77	18.75	2.66
	HDPE	-1.68 (-4.05)	0.35 (7.73)	0.74	0.73	1.83	52.33	5.22
	PVC	-2.40 (-6.29)	0.50 (11.72)	0.87	0.86	1.56	34.51	2.64
	EG	-3.19 (-7.03)	0.47 (9.32)	0.81	0.80	2.20	67.24	2.12
Korea Japan	LDPE	0.86 (1.61)	0.16 (2.82)	0.28	0.25	0.89	24.22	5.13
	HDPE	2.75 (2.52)	-0.07 (-0.62)	0.02	-0.01	3.65	63.40	9.35
	PVC	1.48 (2.54)	0.11 (1.93)	0.15	0.11	1.05	25.48	3.11
	EG	5.73	-0.40	0.45	0.42	2.71	98.60	6.30

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บเป็นค่า t-statistics

ประเทศไทยมีการใช้ LDPE เพิ่มขึ้นมากพอ ๆ กับเกาหลีหรืออาจจะน้อยกว่า และเมื่อดูค่า t-test แบบ two tail test พบว่า ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศไทยเท่ากับค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศเกาหลี จึงสรุปได้ว่าเมื่อรายได้ต่อประชากรเพิ่มขึ้นประเทศไทยมีการใช้ LDPE เพิ่มขึ้นมากพอ ๆ กับประเทศเกาหลี

แต่เมื่อศึกษาค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศไทยกับประเทศญี่ปุ่น โดยทดสอบด้วยวิธีการ t-test จากสมการ (5.13) พบว่าที่ความเชื่อมั่น 95 % ค่า t-stat ที่ได้จากการคำนวณตามสมการ (5.24) มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง ณ degree of freedom (df) เท่ากับ 19 แสดงไม่ยอมรับสมมติฐาน กล่าวคือค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศไทยมากกว่าค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งแสดงว่าเมื่อรายได้ต่อประชากรเพิ่มขึ้นประเทศไทยน่าจะมีการใช้ LDPE เพิ่มขึ้นมากกว่าประเทศญี่ปุ่น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าประเทศไทยยังอยู่ในช่วงเริ่มต้นพัฒนาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจึงยังคงมีการใช้ LDPE อยู่มาก ซึ่งแตกต่างจากประเทศญี่ปุ่นที่มีการพัฒนาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีมานานแล้วและกำลังจะหันไปให้ความสนใจอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ไฮเทคกว่านี้จึงทำให้มีการใช้ LDPE ในปริมาณน้อยกว่า

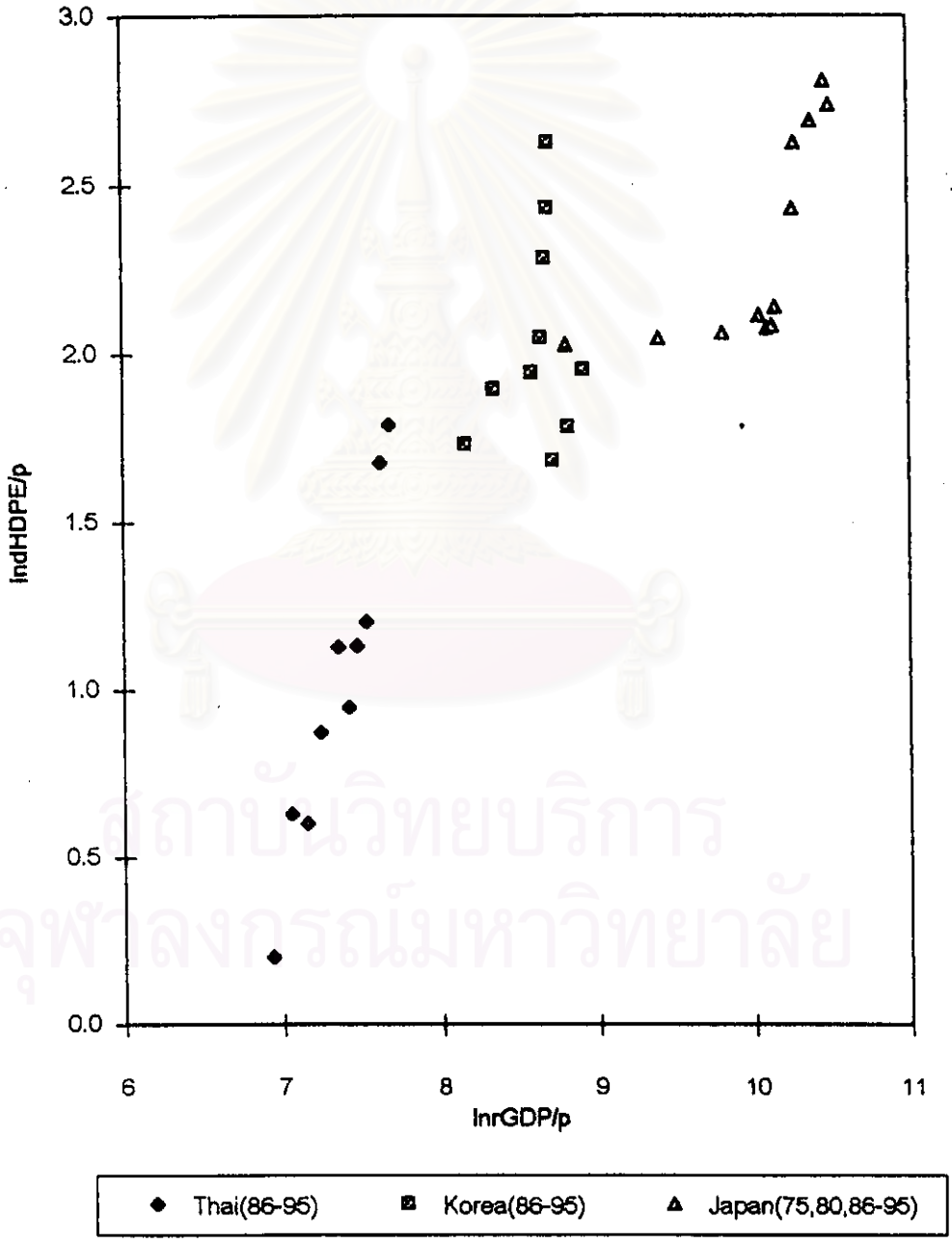
และเมื่อศึกษาค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศเกาหลีกับประเทศญี่ปุ่น โดยทดสอบด้วยวิธีการ t-test จากสมการ (5.14) พบว่าที่ความเชื่อมั่น 95 % ค่า t-stat ที่ได้จากการคำนวณตามสมการ (5.24) มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง ณ degree of freedom (df) เท่ากับ 19 แสดงว่าไม่ยอมรับสมมติฐาน กล่าวคือค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศเกาหลีมากกว่าค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งแสดงว่าเมื่อรายได้ต่อประชากรเพิ่มขึ้นประเทศเกาหลีน่าจะมีการใช้ LDPE เพิ่มขึ้นมากกว่าประเทศญี่ปุ่น ค่าต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 6-2

2. โพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (high density polyethylene, HDPE)

การประมาณค่าแบบจำลองในการศึกษาปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศของประเทศไทยพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ดี กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 90 ขึ้นไป โดยที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งคนส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคนเท่ากับ 1.90 หน่วย ในทิศทางบวก ส่วนการศึกษาปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศของประเทศเกาหลีพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ค่อนข้างดีเช่นกัน กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งคนส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคนเท่ากับ 1.55 หน่วย ในทิศทางบวก และในการศึกษาปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศของประเทศญี่ปุ่นพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ดี กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 90 ขึ้นไป โดยที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งคนส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคนเท่ากับ 0.657 หน่วย ในทิศทางบวก และเมื่อเขียนกราฟแสดงโดยให้ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่ง (lnrGDP/p)เป็นแกนนอน (แกน x) และให้ค่าปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคน (lndHDPE/p) เป็นแกนตั้ง (แกน y) พบว่าไม่ว่าจะเป็นกราฟของประเทศไทย ประเทศเกาหลี หรือประเทศญี่ปุ่น ล้วนมีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรง ดังแสดงไว้ในรูปที่6-4 และค่าต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 6-1

เมื่อศึกษาปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศของประเทศไทยเทียบกับประเทศเกาหลี พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงปี ค.ศ. 1986-2005 ที่ดี กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 90 ขึ้นไป และเมื่อทำการทดสอบด้วย chow test เพื่อดูแนวโน้มปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศของประเทศไทยช่วง ค.ศ. 1986-1995 เทียบกับปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศของประเทศเกาหลีคือช่วง ค.ศ. 1986-1996 (ซึ่งต่อเป็นช่วงปี ค.ศ.1996-2007 ของประเทศไทย)ว่ามีแนวโน้มเหมือนกันหรือไม่ พบว่าค่า F-stat ที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่า F-stat ที่เปิดจากตาราง ดังแสดงไว้ในภาคผนวก และในตาราง 6-2 ซึ่งแสดงว่า แนวโน้มลักษณะปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศของประเทศไทยคือช่วงปี ค.ศ. 1986-1995 กับช่วงปี ค.ศ. 1996-2005 มีลักษณะแนวทางที่แตกต่างกัน กล่าวคือไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ฉะนั้น ในอนาคตข้างหน้าประเทศไทยจึงอาจมีปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศไม่เป็นรูปแบบเดียวกันกับประเทศเกาหลีในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่าประเทศเกาหลีก็ได้ ขึ้นอยู่ที่ว่าในอนาคตประเทศไทยจะสามารถหาวัสดุอื่นมาใช้แทนสารปิโตรเคมีหรือเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่ไฮเทคมากขึ้นมาทดแทนได้มากน้อยเพียงใด

รูปที่ 6-4 : แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง lnrGDP/p และ lndHDPE/p ของประเทศต่าง ๆ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แต่เมื่อศึกษาปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศของประเทศไทยเทียบกับประเทศญี่ปุ่น พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงปี ค.ศ. 1986-2007 ที่ดี กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 70 ขึ้นไป และเมื่อทำการทดสอบด้วย chow test เพื่อดูแนวโน้มปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศของประเทศไทยช่วง ค.ศ. 1986-1995 เทียบกับปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศของประเทศญี่ปุ่นคือช่วง ค.ศ. 1986-1995 (ซึ่งต่อเป็นช่วงปี ค.ศ. 1996-2007 ของประเทศไทย) ว่ามีแนวโน้มเหมือนกันหรือไม่ พบว่าค่า F-stat ที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่า F-stat ที่เปิดจากตาราง ดังแสดงไว้ในภาคผนวก และในตาราง 6-2 ซึ่งแสดงว่า แนวโน้มลักษณะปริมาณการใช้ HDPE ของประเทศไทยคือช่วงปี ค.ศ. 1986-1995 กับช่วงปี ค.ศ. 1996-2007 มีลักษณะแนวทางต่างกันคือไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ฉะนั้น ลักษณะการใช้ HDPE ในประเทศของประเทศไทยในอนาคตข้างหน้าอาจแตกต่างจากลักษณะการใช้ HDPE ในประเทศของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่าประเทศญี่ปุ่นก็ได้ ขึ้นอยู่ที่ว่าในอนาคตประเทศไทยจะสามารถหาวัสดุอื่นมาใช้แทนสารปิโตรเคมีหรือเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่ไฮเทคมากขึ้นมาทดแทนได้มากน้อยเพียงใด

นอกจากนี้ เมื่อศึกษาค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศต่อรายได้ (ซึ่งดูจากผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งคน) ของประเทศไทยกับประเทศเกาหลี โดยทดสอบด้วยวิธีการ t-test จากสมการ (5.15) พบว่าที่ความเชื่อมั่น 95 % ค่า t-stat ที่ได้จากการคำนวณตามสมการ (5.24) มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง ณ degree of freedom (df) เท่ากับ 17 แสดงไม่ยอมรับสมมติฐาน กล่าวคือค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศไทยมากกว่าค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศเกาหลี ซึ่งแสดงว่าเมื่อรายได้ต่อประชากรเพิ่มขึ้น ประเทศไทยจะมีการใช้ HDPE เพิ่มขึ้นมากกว่าประเทศเกาหลี

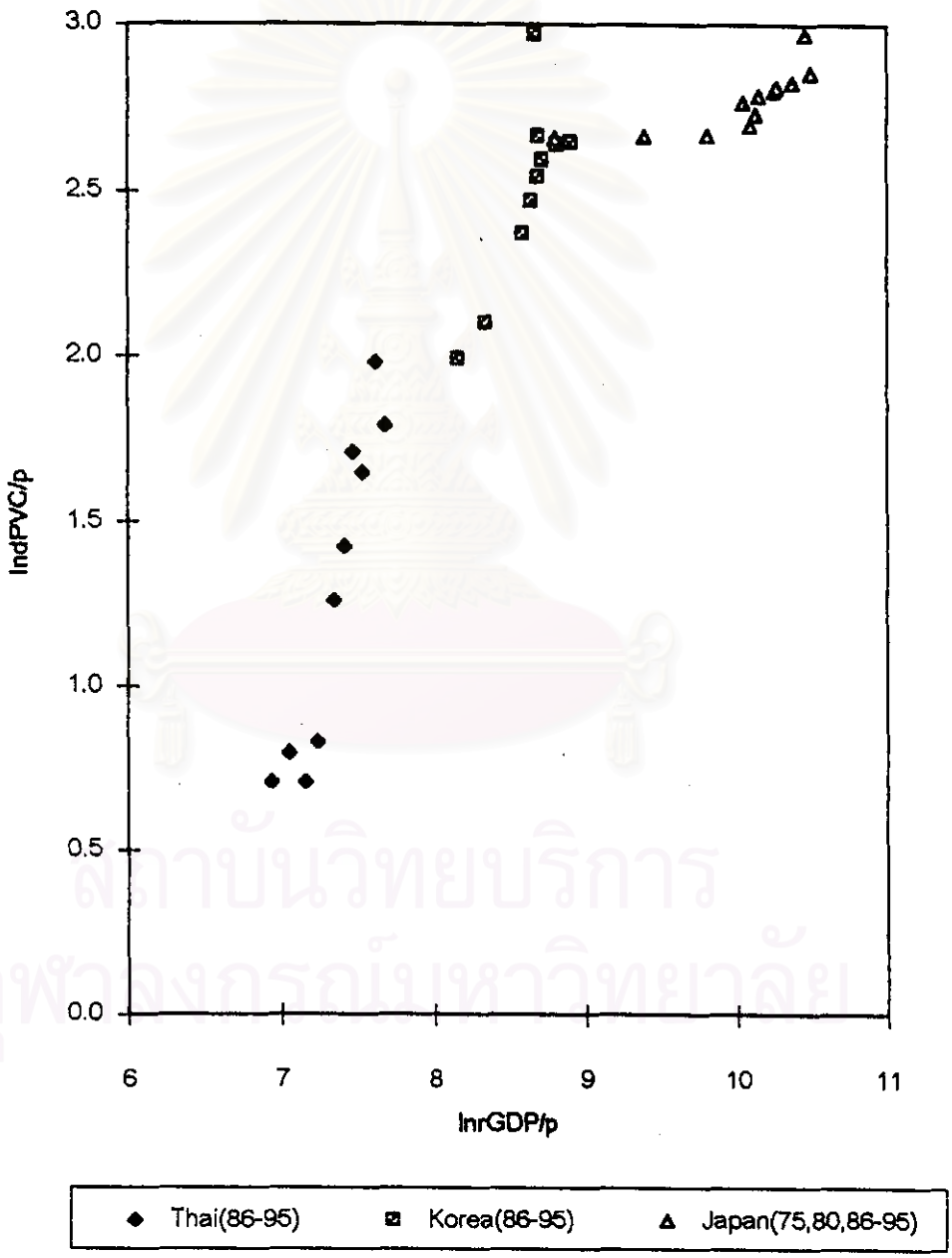
และเมื่อศึกษาค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศไทยกับประเทศญี่ปุ่น โดยทดสอบด้วยวิธีการ t-test จากสมการ (5.16) พบว่าที่ความเชื่อมั่น 95 % ค่า t-stat ที่ได้จากการคำนวณตามสมการ (5.24) มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง ณ degree of freedom (df) เท่ากับ 19 แสดงไม่ยอมรับสมมติฐาน กล่าวคือค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศไทยมากกว่าค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งแสดงว่าเมื่อรายได้ต่อประชากรเพิ่มขึ้นประเทศไทยมีการใช้ HDPE เพิ่มขึ้นมากกว่าประเทศญี่ปุ่น

และเมื่อศึกษาค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศเกาหลีกับประเทศญี่ปุ่น โดยทดสอบด้วยวิธีการ t-test จากสมการ (5.17) พบว่าที่ความเชื่อมั่น 95 % ค่า t-stat ที่ได้จากการคำนวณตามสมการ (5.24) มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง ณ degree of freedom (df) เท่ากับ 19 แสดงไม่ยอมรับสมมติฐาน กล่าวคือค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศเกาหลีมากกว่าค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ HDPE ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งแสดงว่าเมื่อรายได้ต่อประชากรเพิ่มขึ้นประเทศเกาหลีมีการใช้ HDPE เพิ่มขึ้นมากกว่าประเทศญี่ปุ่น ค่าต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 6-2

3. โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride, PVC)

การประมาณค่าแบบจำลองในการศึกษาปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศของประเทศไทยพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ดี กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 80 ขึ้นไป โดยที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งคนส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคนเท่ากับ 1.90 หน่วย ในทิศทางบวก ส่วนการศึกษาปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศของประเทศเกาหลีพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ค่อนข้างดีเช่นกัน กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 80 ขึ้นไป โดยที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งคนส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคนเท่ากับ 1.35 หน่วย ในทิศทางบวก และในการศึกษาปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศของประเทศญี่ปุ่นพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติค่อนข้างดี กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงร้อยละ 60 ขึ้นไป โดยที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งคนส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคนเท่ากับ 0.239 หน่วย ในทิศทางบวก และเมื่อเขียนกราฟแสดงโดยให้ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งเป็นแกนนอน (แกน x) และให้ค่าปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคนเป็นแกนตั้ง (แกน y) พบว่าไม่ว่าจะเป็นกราฟของประเทศไทย ประเทศเกาหลี หรือประเทศญี่ปุ่น ล้วนมีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 6-5 และค่าต่าง ๆ ไว้ในตารางที่ 6-1

รูปที่ 6-5 : แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง lnrGDP/p และ lndPVC/p ของประเทศต่าง ๆ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อศึกษาปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศของประเทศไทยเทียบกับประเทศเกาหลีพบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงปี ค.ศ. 1986-2005 ที่ดี กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 90 ขึ้นไป และเมื่อทำการทดสอบด้วย chow test เพื่อดูแนวโน้มปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศของประเทศไทยช่วง ค.ศ. 1986-1995 เทียบกับปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศของประเทศเกาหลีคือช่วง ค.ศ. 1986-1995 (ซึ่งต่อเป็นข้อมูลช่วงปี ค.ศ. 1996-2005 ของประเทศไทย) ว่ามีแนวโน้มเหมือนกันหรือไม่ พบว่าค่า F-stat ที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่า F-stat ที่เปิดจากตาราง ดังแสดงไว้ในภาคผนวก และในตารางที่ 6-2 ซึ่งแสดงว่า แนวโน้มลักษณะปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศของประเทศไทยคือช่วงปี ค.ศ. 1986-1995 กับช่วงปี ค.ศ. 1996-2005 มีลักษณะแนวทางที่ไม่เหมือนกันคือไม่อยู่ ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ฉะนั้น ในอนาคตข้างหน้าประเทศไทยจึงอาจมีปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศไม่เป็นรูปแบบเดียวกันกับประเทศเกาหลีในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่าประเทศเกาหลีก็ได้ ขึ้นอยู่ที่ว่าในอนาคตประเทศไทยจะสามารถหาวัสดุอื่นมาใช้แทนสารปิโตรเคมีหรือเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่ไฮเทคมากขึ้นมาทดแทนได้มากน้อยเพียงใด

แต่เมื่อศึกษาปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศของประเทศไทยเทียบกับประเทศญี่ปุ่น พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงปี ค.ศ. 1986-2007 ที่ดี กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 80 ขึ้นไป และเมื่อทำการทดสอบด้วย chow test เพื่อดูแนวโน้มปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศของประเทศไทยช่วง ค.ศ. 1986-1995 เทียบกับปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศของประเทศญี่ปุ่นคือช่วง ค.ศ. 1996-2007 ว่ามีแนวโน้มเหมือนกันหรือไม่ พบว่าค่า F-stat ที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่า F-stat ที่เปิดจากตาราง ดังแสดงไว้ในภาคผนวก และในตารางที่ 6-2 ซึ่งแสดงว่า แนวโน้มลักษณะปริมาณการใช้ PVC ของประเทศไทยคือช่วงปี ค.ศ. 1986-1995 กับช่วงปี ค.ศ. 1996-2007 มีลักษณะแนวทางต่างกันคือไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ฉะนั้น ลักษณะการใช้ PVC ในประเทศของประเทศไทยในอนาคตข้างหน้าอาจแตกต่างจากลักษณะการใช้ PVC ในประเทศของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่าประเทศญี่ปุ่นก็ได้ ขึ้นอยู่ที่ว่าในอนาคตประเทศไทยจะสามารถหาวัสดุอื่นมาใช้แทนสารปิโตรเคมีหรือเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่ไฮเทคมากขึ้นมาทดแทนได้มากน้อยเพียงใด

นอกจากนี้ เมื่อศึกษาค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศไทยกับประเทศเกาหลี โดยทดสอบด้วยวิธีการ t-test จากสมการ (5.18) พบว่าที่ความเชื่อมั่น 95 % ค่า t-stat ที่ได้จากการคำนวณตามสมการ (5.24) มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจาก

ตาราง ณ degree of freedom (df) เท่ากับ 17 แสดงไม่ยอมรับสมมติฐาน กล่าวคือค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศไทยมากกว่าค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศเกาหลี ซึ่งแสดงว่าเมื่อรายได้ต่อประชากรเพิ่มขึ้นประเทศไทยน่าจะมีการใช้ PVC เพิ่มขึ้นมากกว่าประเทศเกาหลี

แต่เมื่อศึกษาค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศไทยกับประเทศญี่ปุ่น โดยทดสอบด้วยวิธีการ t-test จากสมการ (5.19) พบว่าที่ความเชื่อมั่น 95 % ค่า t-stat ที่ได้จากการคำนวณตามสมการ (5.24) มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง ณ degree of freedom (df) เท่ากับ 19 แสดงไม่ยอมรับสมมติฐาน กล่าวคือค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศไทยมากกว่าค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งแสดงว่าเมื่อรายได้ต่อประชากรเพิ่มขึ้นประเทศไทยมีการใช้ PVC เพิ่มขึ้นมากกว่าประเทศญี่ปุ่น

แต่เมื่อศึกษาค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศเกาหลีกับประเทศญี่ปุ่น โดยทดสอบด้วยวิธีการ t-test จากสมการ (5.20) พบว่าที่ความเชื่อมั่น 95 % ค่า t-stat ที่ได้จากการคำนวณตามสมการ (5.24) มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง ณ degree of freedom (df) เท่ากับ 19 แสดงไม่ยอมรับสมมติฐาน กล่าวคือค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศเกาหลีมากกว่าค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ PVC ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งแสดงว่าเมื่อรายได้ต่อประชากรเพิ่มขึ้นประเทศเกาหลีมีการใช้ PVC เพิ่มขึ้นมากกว่าประเทศญี่ปุ่น ค่าต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 6-2

4. เอทิลีนไกลคอล (ethylene glycol, EG)

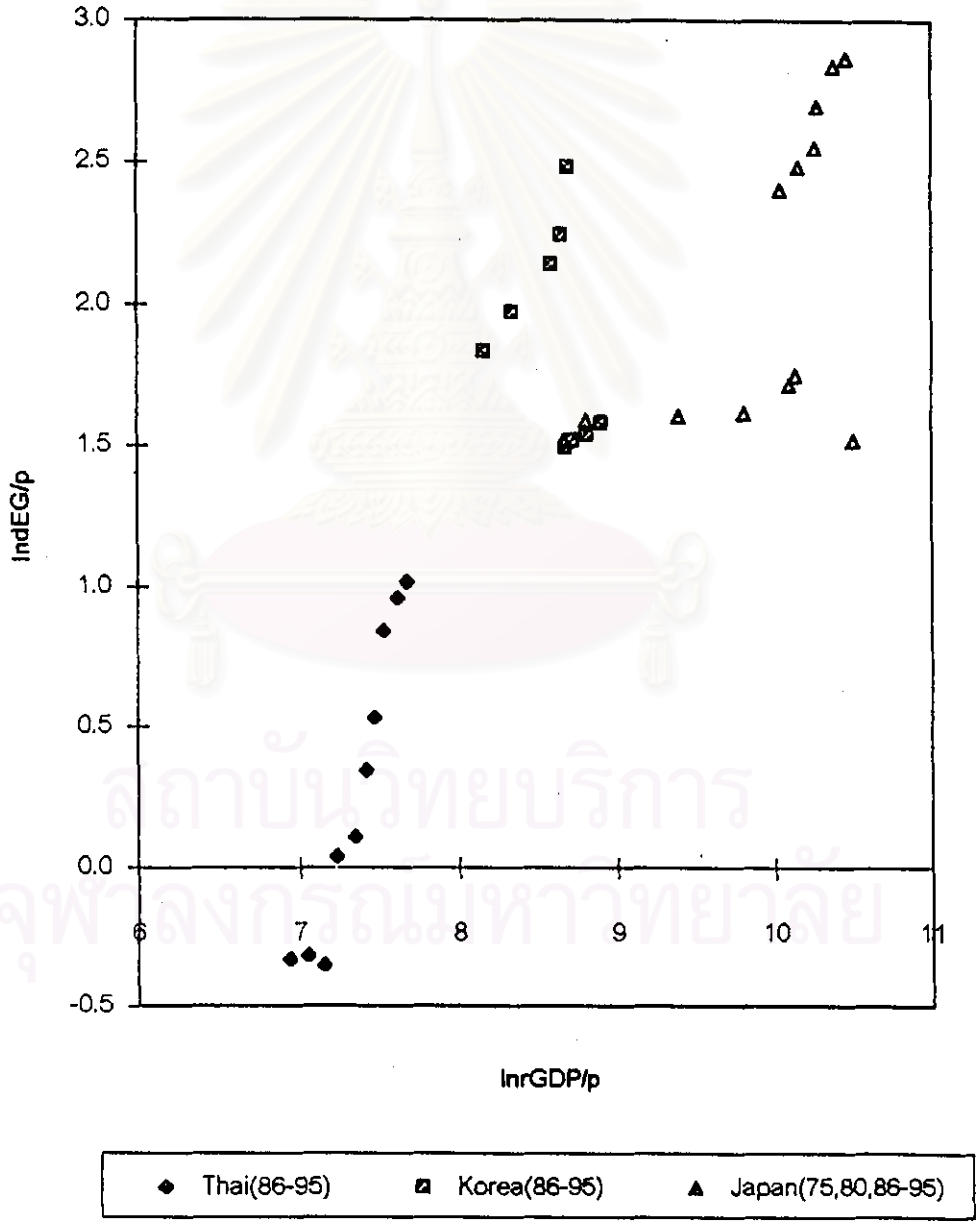
การประมาณค่าแบบจำลองในการศึกษาปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศของประเทศไทยพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ดี กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 90 ขึ้นไป โดยที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งคนส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคนเท่ากับ 2.12 หน่วย ในทิศทางบวก ส่วนการศึกษาปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศของประเทศเกาหลีพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ค่อนข้างดีเช่นกัน

กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 80 ขึ้นไป โดยที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งคนส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคนเท่ากับ 1.59 หน่วย ในทิศทางบวก และในการศึกษาปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศของประเทศญี่ปุ่นพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ต่ำมาก กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 ร้อยละ 7 ขึ้นไป โดยที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งคนส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคนเท่ากับ 0.045 หน่วย ในทิศทางบวก และเมื่อเขียนกราฟแสดงโดยให้ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อประชากรหนึ่งเป็นแกนนอน (แกน x) และให้ค่าปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศต่อประชากรหนึ่งคนเป็นแกนตั้ง (แกน y) พบว่าไม่ว่าจะเป็นกราฟของประเทศไทย ประเทศเกาหลี หรือประเทศญี่ปุ่นล้วนมีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 6-6 และค่าต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 6-1

เมื่อศึกษาปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศของประเทศไทยเทียบกับประเทศเกาหลีพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงปี ค.ศ. 1986-2005 ที่ดี กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 90 ขึ้นไป และเมื่อทำการทดสอบด้วย chow test เพื่อดูแนวโน้มปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศของประเทศไทยช่วง ค.ศ. 1986-1995 เทียบกับปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศของประเทศเกาหลีคือช่วง ค.ศ. 1986-1995 (ซึ่งต่อเป็นข้อมูลช่วงปี ค.ศ. 1996-2005 ของประเทศไทย) ว่ามีแนวโน้มเหมือนกันหรือไม่ พบว่าค่า F-stat ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่าค่า F-stat ที่เปิดจากตาราง ดังแสดงไว้ในภาคผนวก และในตารางที่ 6-2 ซึ่งแสดงว่า แนวโน้มลักษณะปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศของประเทศไทยคือช่วงปี ค.ศ. 1986-1995 กับช่วงปี ค.ศ. 1996-2005 มีลักษณะแนวทางเหมือนกันคืออยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ฉะนั้น ในอนาคตข้างหน้าประเทศไทยจึงอาจมีปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศในแนวทางและรูปแบบเดียวกันกับประเทศเกาหลีในอดีตที่ผ่านมา

แต่เมื่อศึกษาปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศของประเทศไทยเทียบกับประเทศญี่ปุ่นพบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงปี ค.ศ. 1986-2007 ที่ดี กล่าวคือมีค่า R^2 และ Adjusted R^2 สูงถึงร้อยละ 80 ขึ้นไป และเมื่อทำการทดสอบด้วย chow test เพื่อดูแนวโน้มปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศของประเทศไทยช่วง ค.ศ. 1986-1995 เทียบกับปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศของประเทศญี่ปุ่นคือช่วง ค.ศ. 1986-1995 (ซึ่งต่อเป็นข้อมูลช่วงปี ค.ศ. 1996-2005 ของประเทศไทย) ว่ามีแนวโน้มเหมือนกันหรือไม่ พบว่าค่า F-stat ที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่า F-stat ที่เปิดจากตาราง ดังแสดงไว้ในภาคผนวก และในตารางที่ 6-2 ซึ่งแสดงว่า แนวโน้มลักษณะปริมาณ

รูปที่ 6-6 : แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง lnrGDP/p และ lndEG/p ของประเทศต่าง ๆ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การใช้ EG ของประเทศไทยคือช่วงปี ค.ศ. 1986-1995 กับช่วงปี ค.ศ. 1996-2007 มีลักษณะแนวทางต่างกันคือไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันฉะนั้น ลักษณะการใช้ EG ในประเทศของประเทศไทยในอนาคตข้างหน้าอาจแตกต่างจากลักษณะการใช้ EG ในประเทศของประเทศญี่ปุ่น

นอกจากนี้ เมื่อศึกษาค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศต่อรายได้ ของประเทศไทยกับประเทศเกาหลี โดยทดสอบด้วยวิธีการ t-test จากสมการ (5.21) พบว่าที่ความเชื่อมั่น 95 % ค่า t-stat ที่ได้จากการคำนวณตามสมการ (5.24) มีค่าน้อยกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง ณ degree of freedom (df) เท่ากับ 17 แสดงยอมรับสมมติฐาน ที่ว่าค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศไทยน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศเกาหลีจริง ซึ่งแสดงว่าเมื่อรายได้ต่อประชากรเพิ่มขึ้นประเทศไทยมีการใช้ EG เพิ่มขึ้นมากพอ ๆ กับเกาหลีหรืออาจจะน้อยกว่า และเมื่อดูค่า t-test แบบ two-tailed test พบว่า ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศไทยเท่ากับค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศเกาหลี จึงสรุปได้ว่าเมื่อรายได้ต่อประชากรเพิ่มขึ้นประเทศไทยมีการใช้ EG เพิ่มขึ้นมากพอ ๆ กับประเทศเกาหลี

แต่เมื่อศึกษาค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศไทยกับประเทศญี่ปุ่น โดยทดสอบด้วยวิธีการ t-test จากสมการ (5.22) พบว่าที่ความเชื่อมั่น 95 % ค่า t-stat ที่ได้จากการคำนวณตามสมการ (5.24) มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง ณ degree of freedom (df) เท่ากับ 19 แสดงไม่ยอมรับสมมติฐาน กล่าวคือค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศไทยมากกว่าค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งแสดงว่าเมื่อรายได้ต่อประชากรเพิ่มขึ้นประเทศไทยมีการใช้ EG เพิ่มขึ้นมากกว่าประเทศญี่ปุ่น

และเมื่อศึกษาค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศเกาหลีกับประเทศญี่ปุ่น โดยทดสอบด้วยวิธีการ t-test จากสมการ (5.23) พบว่าที่ความเชื่อมั่น 95 % ค่า t-stat ที่ได้จากการคำนวณตามสมการ (5.24) มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง ณ degree of freedom (df) เท่ากับ 19 แสดงไม่ยอมรับสมมติฐาน กล่าวคือค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศเกาหลีมากกว่าค่าความยืดหยุ่นของปริมาณ

การใช้ EG ภายในประเทศต่อรายได้ของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งแสดงว่าเมื่อรายได้ต่อประชากรเพิ่มขึ้นประเทศเกาหลีมีการใช้ PVC เพิ่มขึ้นมากกว่าประเทศญี่ปุ่น ค่าต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 6-2

จากผลของการศึกษา จะเห็นว่า แนวโน้มลักษณะปริมาณการใช้ LDPE และ EG ในประเทศของประเทศไทยและประเทศเกาหลีมีลักษณะใกล้เคียงกัน ขณะที่แนวโน้มลักษณะปริมาณการใช้ HDPE และ PVC ในประเทศของประเทศไทยและประเทศเกาหลีจะแตกต่างกัน และเมื่อศึกษาลักษณะปริมาณการใช้ LDPE HDPE PVC และ EG ในประเทศของประเทศญี่ปุ่นเปรียบเทียบกับลักษณะปริมาณการใช้ LDPE HDPE PVC และ EG ในประเทศของทั้งประเทศไทยและประเทศเกาหลีพบว่ามีลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งทั้งนี้อาจแยกอธิบายของอนุพันธ์เอทิลีนแต่ละชนิดโดยยึดจากสาเหตุหลัก 2 ประการ ได้แก่ ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี และ ลักษณะการใช้ประโยชน์ของอนุพันธ์เอทิลีนแต่ละชนิด

โพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE) เป็นโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ มีความหนาแน่น 0.91-0.94 กรัมต่อลูกบาศ์กเซนติเมตร จากการศึกษาจะเห็นว่าลักษณะแนวโน้มปริมาณการใช้ LDPE ระหว่างประเทศไทยกับประเทศเกาหลีเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ทั้งนี้เป็นเพราะว่าแม้ปัจจุบันลักษณะกระบวนการผลิต LDPE จะเป็นแบบออโต้เคลฟ (autoclave) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงมากเมื่อเทียบกับเมื่อ 10 ปีที่แล้ว ซึ่งในการผลิตจะใช้กระบวนการที่มีความดันสูง (10,000-30,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ทำให้ LDPE มีคุณภาพสม่ำเสมอ โมเลกุลของพลาสติกชนิดนี้มีแขนขาเป็นกิ่งจำนวนมากติดกันกับห่วงโซ่ยาวของโมเลกุลอย่างไม่เป็นระเบียบ กิ่งเหล่านี้จะกันไม่ให้ห่วงโซ่มาเรียงแถวติดกันเป็นรูปผลึกได้ ทำให้ความเป็นผลึกมีน้อย พลาสติกมีความหนาแน่นต่ำเพราะกิ่งต่าง ๆ จะขันห่วงโซ่เกิดเป็นที่ว่าง พลาสติกที่ได้จึงนิ่มและใสกว่าโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) เมื่อนำมาผลิตเป็นถุงจึงมีความแข็งแรง ทนแรงฉีกขาดได้ดี ผิวเรียบเงา ใส เปิดปากถุงได้ง่ายและรอยเชื่อมมีความแข็งแรงดี สำหรับงานเคลือบจะมีค่าคอคอด (neck-in) ต่ำ จึงลดการสูญเสียขอบด้านข้างและมีการยึดเกาะระหว่างผิวประกบดี ส่วนในงานฉีดแบบมีความทนทานดี ไม่ปริแตกง่าย และมีผิวเงาสวยงาม นอกจากนี้แล้วยังได้รับความเชื่อถือในด้านของความปลอดภัยสำหรับการบรรจุอาหารและยาอีกด้วย แต่เมื่อพิจารณาลักษณะการใช้ประโยชน์จากตารางที่ 6-3 จะพบว่า เนื่องจาก LDPE สามารถขึ้นรูปได้ง่าย ลักษณะการนำไปใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้ LDPE ในงานด้านงานฉีด (injection moulding) งานเป่าขวด (blow moulding) งานเป่าถุง (blown film) งานอัดรีดทั่วไป เช่น การทำท่อหรือแผ่นชีท งานเคลือบ (laminate) ผลิตฟิล์มชนิดต่าง ๆ ถุงบรรจุ

ตารางที่ 6-3 : ตารางแสดงสมบัติทางกายภาพและการนำไปใช้ประโยชน์ของโพลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE) แต่ละประเภท

สมบัติ	หน่วย	งานฟิล์ม					งานฉีดแบบ		
		LD2130F	LD1902F	LD1905F	LD2305F	LD1807I	LD1708J	LD1630J	LD1450J
ดรรชนีการไหล	กรัม/10 นาที	0.3	2.0	5.0	5.0	7.0	8.0	30	50
ความหนาแน่น	กรัม/ลบ.ซม.	0.921	0.919	0.919	0.923	0.918	0.917	0.916	0.914
ความต้านทานแรงดึงยืด	กก./ตร.ซม.	-	-	-	-	130	120	110	110
ความต้านทานแรงดึงขาด	กก./ตร.ซม.	MD:320, TD:250	MD:300, TD:230	MD:210, TD:170	MD:200, TD:190	110	110	100	100
ความยืดที่จุดขาด	%	MD:280, TD:750	MD:130, TD:590	MD:320, TD:680	MD:440, TD:650	>500	500	500	250
ความต้านแรงฉีกขาด	กรัม/25 ไมครอน	MD:280, TD:210	MD:370, TD:100	MD:370, TD:210	MD:250, TD:200	-	-	-	-
ความต้านแรงกระแทกของฟิล์ม	กรัม	190	80	105	135	> 35	-	-	-
ความฝ้า	%	12	7	5	5	-	-	-	-
ความเงามัน	%	80	80	100	100	-	-	-	-
โมดูลัสการโค้งงอ	กก./ตร.ซม.	-	-	-	-	-	1,400	1,300	1300
ความต้านแรงกระแทก	กก.-ซม./ซม.	-	-	-	-	-	not break	not break	30
ความแข็ง, SHORE D	-	-	-	-	-	-	47	43	43
จุดอ่อนตัวไวแคท	องศาเซลเซียส	-	-	-	-	-	85	85	85
อุณหภูมิการโก่งตัวภายใต้แรงกด	องศาเซลเซียส	-	-	-	-	-	50	50	50
จุดหลอมเหลว	องศาเซลเซียส	-	-	-	-	-	110	110	110

หมายเหตุ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในตารางนี้ เป็นข้อมูลแสดงสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้จากการทดสอบภายใต้ภาวะการควบคุมในห้องทดสอบของเจ้าของเทคโนโลยีการผลิตเท่านั้น มิได้เป็นข้อมูลที่ใช้กำหนดสมบัติของผลิตภัณฑ์ในทางการค้า รวมถึงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปซึ่งเกิดจากการแปรรูปในขั้นต่อมา เนื่องจากทางบริษัท ไทยโพลิเอทิลีน จำกัด ไม่สามารถควบคุมภาวะการผลิตขณะแปรรูปได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6-3 (ต่อ) : ตารางแสดงสมบัติทางกายภาพและการนำไปใช้ประโยชน์ของโพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE) แต่ละประเภท

สมบัติ	งานฟิล์ม					งานฉีดแบบ		
	LD2130F	LD1902F	LD1905F	LD2305F	LD1807I	LD1708J	LD1630J	LD1450J
การนำไปใช้	ฟิล์มหด ฟิล์มสำหรับใช้งานหนัก เช่น ถุงข้าวสาร ถุงน้ำแข็ง ถุงอุตสาหกรรมอื่น ๆ ใช้ผสมในโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของฟิล์ม เช่น ถุงรองชั้นใน เป็นต้น	ฟิล์มสำหรับใช้งานทั่วไปที่ต้องการความแข็งแรงสูง โดยจะผลิตเป็นถุงขนาดใหญ่	ฟิล์มสำหรับใช้งานทั่วไป เช่น ถุงใส่ผักและผลไม้	ถุงซิป	งานเคลือบบนผิวกระดาษ พลาสติก ผ้าใบ และอลูมิเนียมฟอยล์ ใช้ในการผลิตฟิล์มประกบ	ฝาจุก ฝาขวดน้ำดื่ม ฝาปิดกระป๋อง ฝากล่องบรรจุอาหาร ขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง ใช้เป็นวัตถุดิบผลิตบีดสี	ของเล่นเด็ก เครื่องใช้ในบ้านที่ต้องการความนิ่ม ฝาปิดภาชนะขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ ใช้เป็นวัตถุดิบผลิตบีดสี	ฝาปิดกล่องบรรจุอาหาร ของเล่นเด็ก ดอกไม้พลาสติก เครื่องใช้ในบ้านที่ต้องการความนิ่ม ฝาปิดภาชนะขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่
ลักษณะเด่น	ความแข็งแรงสูง มีความใสและความเงามันดี สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิต่ำ	ความแข็งแรงสูง มีความใส และความเงามันดี	ให้ผลผลิตสูง มีความใสและความเงาของเนื้อฟิล์มสูง	มีความใสและความเงามันสูง มีความทนทานในการใช้งานสูง (การเปิด-ปิด)	การขึ้นรูปง่าย มีค่าคอดต่ำ การยึดติดผิวดี ความใสและความเงาของเนื้อฟิล์มสูง	จะฉีดง่าย ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี มีความเหนียวและ ความยืดหยุ่นดี ใช้สัมผัสกับอาหารได้ และไม่มีกลิ่น	มีความไหลตัวดี ฉีดง่าย มีความเหนียวและยืดหยุ่นดี ไม่บิดงอ ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี ใช้สัมผัสกับอาหารได้ และไม่มีกลิ่น	มีความไหลตัวดี ฉีดง่าย มีความเหนียวและยืดหยุ่นดี ไม่บิดงอ ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี ใช้สัมผัสกับอาหารได้ และไม่มีกลิ่น

ที่มา : บริษัท ไทยโพลีเอทิลีน จำกัด (มหาชน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใช้ในงานเคลือบ ฟิล์มห่ออาหาร ทำฝาจุก ฝาปิดกล่องอาหาร บรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ เครื่องใช้ภายในบ้าน ดอกไม้พลาสติก และของเด็กเล่น รวมทั้งของใช้ในงานเกษตร และงานห่อหุ้มสินค้าเพื่อกันกระแทก ซึ่งจะเห็นได้ว่าลักษณะของอุตสาหกรรมที่ใช้ LDPE เป็นวัตถุดิบมักเป็นอุตสาหกรรมที่มีขนาดเล็กใช้ในวงงานที่ไม่กว้างขวางมากนัก การพัฒนาหรือการขยายตัวของอุตสาหกรรมเหล่านี้จึงเกิดได้น้อย อีกทั้งจากคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของ LDPE นำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่มากนัก ทำให้ลักษณะอัตราการขยายตัวหรืออัตราการเติบโตของอุตสาหกรรม LDPE จึงมีไม่มากนัก ฉะนั้นแนวโน้มลักษณะปริมาณการใช้ LDPE ในประเทศของประเทศไทยและประเทศเกาหลีจึงมีลักษณะเป็นแนวเส้นตรงเดียวกัน กล่าวคือเมื่อประเทศไทยมีการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ (พิจารณาจากค่า rGDP) เท่ากับประเทศเกาหลีแล้ว น่าจะมีแนวโน้มปริมาณการใช้ LDPE เท่าเทียมกันกับประเทศเกาหลีด้วย แต่เมื่อพิจารณาแนวโน้มลักษณะปริมาณการใช้ LDPE ของประเทศญี่ปุ่นพบว่าไม่ได้เป็นแนวเดียวกันกับปริมาณการใช้ LDPE ของประเทศไทยและประเทศเกาหลี ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในประเทศที่พัฒนาแล้วอัตราการขยายตัวของค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงกับปริมาณการใช้ LDPE ภายในประเทศนั้นจะไม่ได้เพิ่มขึ้นเป็นอัตราที่เท่ากันตลอดเวลา กล่าวคือแม้ค่า rGDP จะเพิ่มขึ้นแต่การบริโภค LDPE ในประเทศที่พัฒนาแล้วจะเพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งแล้วจะคงที่แม้ว่าค่า rGDP จะเพิ่มขึ้นอีกเรื่อย ๆ ก็ตาม แต่ทั้งนี้ก็ต้องพิจารณาถึงปริมาณการส่งออกของประเทศต่าง ๆ ด้วยเพราะว่า LDPE เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์

โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) มีความหนาแน่นมากกว่า 0.94 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากการศึกษาจะเห็นว่าลักษณะแนวโน้มปริมาณการใช้ HDPE ระหว่างประเทศไทยกับประเทศเกาหลีไม่ได้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน โดยการผลิต HDPE นั้นเป็นกระบวนการผลิตแบบแขวนลอย (slurry process) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีอันทันสมัยของบริษัท มิตซุยปิโตรเคมีกัล อินดัสทรีส์ จำกัด ประเทศญี่ปุ่น ในการผลิตจะใช้กระบวนการที่มีความดันต่ำ (น้อยกว่า 700 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) พลาสติกมีลักษณะเป็นห่วงโซ่ยาว ไม่มีกิ่งก้าน ห่วงโซ่อยู่ติดกันมีความเป็นผลึกสูงกว่า 90% ด้วยวิธีการควบคุมการผลิตและการเลือกใช้สารแต่งเติมที่มีคุณภาพทำให้ HDPE มีสมบัติเด่นมีความแข็ง การทรงรูปดี มีจุดหลอมเหลวประมาณ 130-150 องศาเซลเซียส เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี เฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมีทั่วไป รวมทั้งทนกรดและเบส เหมาะกับแต่ละประเภทการใช้งาน เช่น งานฟิล์ม (blown film) ประเภทน้ำหนักโมเลกุลสูง (high molecular weight) สามารถผลิตฟิล์มบางได้ดี ให้ผลผลิตสูง ในงานเป่าแบบ (blow moulding) สามารถผลิตชิ้นงานที่มีความทนทานต่อสารเคมี ส่วนงานอัดรีดเส้นใย (monofilament) สามารถ

ผลิตเส้นใยที่มีความแข็งแรงสูง และงานฉีดแบบ (injection moulding) มีสมบัติในการไหลตัวที่ดี และมีความแข็งแรงทนทาน นอกจากนี้แล้ว HDPE ยังไม่มีกลิ่น ทั้งยังสามารถใช้บรรจุอาหาร และยาได้อย่างปลอดภัย ซึ่งสามารถพิจารณาลักษณะการนำไปใช้งานและลักษณะเด่นของ HDPE ได้จากตารางที่ 6-4

โพลีเอทิลีนโดยปรกติแล้วจะไม่มีการเติมสารเติมแต่งต่าง ๆ เช่น พลาสติกไซเซอร์ (plasticizer) ส่วนใหญ่แล้วจะนำไปใช้งานโดยตรง เช่น มีการนำ HDPE มาผ่านกระบวนการทำฟิล์มเพื่อนำมาทำถุงพลาสติกหูหิ้วใส่อาหาร แต่จากโครงสร้างของ HDPE ดังกล่าวยังสามารถเติมกิ่งแขนจำนวนเล็กน้อยลงบนลูกโซ่หลักของ HDPE โดยใช้ โคโพลีเมอร์ (co-polymer) เช่น hexene-1 หรือ butene-1 มารวมโคโพลีเมอร์ไรเซชั่น (co-polymerization) กับเอทิลีน ซึ่งจะทำให้มีส่วนที่ไม่เป็นผลึกเพิ่มขึ้นในโมเลกุล อันจะช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและความเหนียวให้กับเนื้อพลาสติก นอกจากนี้ ยังมีการเติมสารจำพวก เอดดิทิฟ (additive) ด้วย เช่น สารจำพวกแอนตี้บล็อก (anti-block) หรือ สลิปปิ้ง เอเจนต์ (slipping agent) ซึ่งจะเติมลงไปในขณะอยู่ในช่วงกระบวนการทำเม็ดพลาสติก เพื่อช่วยให้เม็ดพลาสติกนั้นสามารถนำไปขึ้นรูปได้ง่ายขึ้น ตลอดจนอาจมีการเติมสารพวกมาสเตอร์เบรทหรือไดท์ (masterbatch or dye) เพื่อเพิ่มสีให้แก่พลาสติกนั้นให้ได้ตามความต้องการ และด้วยการพัฒนาทางด้านการผลิตของ HDPE พบว่าปัจจุบันสามารถนำ HDPE มาผลิตผลิตภัณฑ์บางชนิดทดแทนโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) ได้ เช่น งานด้านท่อต่าง ๆ และฟิล์มห่ออาหาร แต่ทั้งนี้ยังต้องพิจารณาถึงลักษณะการนำไปใช้งานเนื่องจากว่า ท่อ และฟิล์มห่ออาหารที่ผลิตได้จาก HDPE จะมีความทนทานสูงและยืดหยุ่นได้ดีกว่า PVC ขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จาก PVC มีราคาที่ถูกกว่า สะดวกและง่ายต่อการใช้งานมากกว่านั่นเอง ทำให้ในการใช้งานต้องพิจารณาถึงความคุ้มทุนเป็นองค์ประกอบด้วยนอกจากนี้แล้วถ้านำโพลีเอทิลีนมาลดความหนาแน่นลงแล้วจะให้คุณสมบัติที่ยืดหยุ่นคล้ายยาง สามารถใช้ประโยชน์แทนยางได้บางส่วน เช่น เมื่อเติมสาร blowing agent ใส่ในโพลีเอทิลีนและฉีดออกมาเป็นจุกก๊อกของขวดไวน์ได้ จากประโยชน์ต่าง ๆ และการนำไปใช้ดังตารางและที่กล่าวไว้ข้างต้น จะเห็นว่า HDPE มีการใช้ในวงงานที่ค่อนข้างกว้างขวาง เป็นวัตถุดิบหลักที่สำคัญของอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมเพื่อการอุปโภคและบริโภคอื่น ๆ อีกมาก ทำให้ประเทศที่เป็นประเทศอุตสาหกรรมอย่างเกาหลีและญี่ปุ่นย่อมมีการใช้ HDPE เป็นปริมาณมากตามไปด้วย แนวโน้มปริมาณการใช้ HDPE ของประเทศไทยซึ่งมีการพัฒนาทางอุตสาหกรรมน้อยกว่าจึงไม่เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับเกาหลีและญี่ปุ่น แต่หากในอนาคตข้างหน้าประเทศไทยมีการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ ไม่

ตารางที่ 6-4 : ตารางแสดงสมบัติทางกายภาพและการนำไปใช้ประโยชน์ของโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) แต่ละประเภท

สมบัติ	หน่วย	งานฟิล์ม	งานฉีดแบบ				งานเป่าแบบ				งานเส้นใย		งานริดท่อ
		H5604F	H6205JU	H6105JU	H5818J	H5826J	H6430BM	H6240B	H5840B	H5603B	H5690S	H5480S	H5211PC
ดรรชนีการไหล	กรัม/10นาที	0.04	5.5	5.5	18	26	0.40	0.40	0.40	0.03	0.90	0.81	0.11
ความหนาแน่น	กรัม/ลบ.ซม.	0.956	0.962	0.961	0.962	0.958	0.964	0.962	0.958	0.956	0.956	0.954	0.962
ความต้านทานแรงดึงยืด	กก./ตร.ซม.	230	310	310	280	280	290	280	280	400	260	260	220
ความต้านทานแรงดึงขาด	กก./ตร.ซม.	300	220	220	200	190	370	350	350	290	390	390	300
ความยืดที่จุดขาด	%	>500	>500	>500	100	100	>500	>500	>500	>500	>900	>500	>600
ความสามารถในการทรงรูป	กก./ตร.ซม.	10,000	11,000	11,000	10,000	10,000	12,000	11,500	11,000	10,000	8,000	8,000	8,000
ความต้านแรงกระแทก	กก.-ซม./ซม.	30	5	5	2	2	>50	12	12	>50	50	20	>20
ความแข็ง, SHORE D	-	64	67	65	65	65	65	64	64	64	62	62	60
ความต้านแรงเค้นจากสิ่งแวดล้อม	F_{50}.ชม.	1,000	-	-	-	-	40	45	600	>1,000	30	30	>1,000
จุดหลอมเหลว	องศาเซลเซียส	131	133	133	131	131	132	132	132	132	132	131	131
จุดอ่อนตัว	องศาเซลเซียส	124	127	127	122	122	128	128	125	123	126	126	122
จุดเปราะ	องศาเซลเซียส	< -80	< -80	< -80	< -80	< -80	< -80	< -80	< -80	< -80	< -80	< -80	<-80
ความต้านทานแรงกระแทกของฟิล์ม (ฟิล์มหนา 12 ไมครอน)	กรัม	155	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในตารางนี้ เป็นข้อมูลแสดงสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้จากการทดสอบภายใต้ภาวะการควบคุมในห้องทดสอบของเจ้าของเทคโนโลยีการผลิตเท่านั้น มิได้เป็นข้อมูลที่ใช้กำหนดสมบัติของผลิตภัณฑ์ในทางการค้า รวมถึงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปซึ่งเกิดจากการแปรรูปในขั้นต่อมา เนื่องจากทางบริษัท ไทยโพลีเอทิลีน จำกัด ไม่สามารถควบคุมภาวะการผลิตขณะแปรรูปได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ : ตารางแสดงสมบัติทางกายภาพและการนำไปใช้ประโยชน์ของโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) แต่ละประเภท

สมบัติ	งานฟิล์ม	งานฉีดแบบ				งานเป่าแบบ				งานเส้นใย		งานรีดท่อ
	H5604F	H6205JU	H6105JU	H5818J	H5826J	H6430BM	H6240B	H5840B	H5603B	H5690S	H5480S	H5211PC
การนำไปใช้	ฟิล์มสำหรับใช้งานหนัก เช่น ถุงรองชั้นใน ถุงซ้อปปิ้ง ถุงหูหิ้ว และถุงบรรจุเสื้อผ้า	ลังหรือลัง อุตสาหกรรมต่างๆ ลังบรรจุน้ำดื่ม แท่นรองสินค้า ลังบรรจุผลไม้ ลังปลา ถังขยะ ชิ้นส่วนอุตสาหกรรมที่ใช้งานกลางแจ้ง เช่น บังโคลน บังลม รถมอเตอร์ไซค์	ลังหรือลัง อุตสาหกรรมต่างๆ ลังบรรจุน้ำดื่ม แท่นรองสินค้า ลังบรรจุผลไม้ ลังปลา ถังขยะ ชิ้นส่วนอุตสาหกรรมที่ใช้งานกลางแจ้ง เช่น บังโคลนบังลม รถมอเตอร์ไซค์	เครื่องใช้ทั่วไปในบ้าน เช่น ตะกร้า ถัง กะละมัง ไม้แขวนเสื้อ ฝาขวด กล่องใส่อาหาร อุปกรณ์สำนักงาน ของเด็กเล่น	ภาชนะผนังบาง ถ้วยบรรจุไอศกรีม ของเด็กเล่น ภาชนะเครื่องใช้ในบ้าน	ขวดบรรจุน้ำดื่ม น้ำผลไม้ นมหรือเครื่องดื่มประเภทต่าง ๆ ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์หรือรถยนต์ เช่น หม้อน้ำล้างกระจก หม้อพักน้ำ เปลือกของกระติกน้ำ หรือเปลือกถังแช่	ขวดบรรจุอาหาร นม น้ำผลไม้ ยา เครื่องดื่ม สารซักล้าง แชมพู เครื่องสำอางค์ ผงซักฟอก สารเคมี น้ำมันเครื่อง น้ำมันแบรค ยาปราบศัตรูพืช	ขวดบรรจุอาหาร นม ยา น้ำผลไม้ เครื่องดื่ม สารซักล้าง แชมพู สารเคมี ผงซักฟอก น้ำมันเครื่อง น้ำมันแบรก ยาปราบศัตรูพืช	ขวดหรือภาชนะขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ สำหรับบรรจุสารเคมี สารซักล้าง น้ำมันเครื่อง ภาชนะขนาดใหญ่สำหรับลำเลียงขนส่งสารเคมี-เกษตร	เหมาะสำหรับทำเส้นใยเพื่อนำไปทอเป็นแห อวน หรือทำเชือกเกลียว และเหมาะสำหรับทำเส้นเทปเพื่อทอเป็นผ้าใบ	เหมาะสำ-หรับทำเส้นใยเพื่อนำไปทอเป็นแห อวน หรือทำเชือก-เกลียว และเหมาะสำ-หรับทำเส้นเทปเพื่อทอเป็นผ้าใบ	ท่อที่ต้องการความแข็งแรงและทนแรงกดได้ดี เช่น ท่อส่งน้ำ ท่อน้ำทิ้ง ท่อร้อยสายไฟ ท่อในงานเกษตร
ลักษณะเด่น	ความแข็งแรงสูงและทนแรงกระแทกได้ดี สามารถเป่าถุงบางได้ดี	มีความแข็งแรงสูงมากเป็นพิเศษ การยึดตัวดี ไม่ขาดง่าย	มีความแข็งแรงสูง การยึดตัวดี ไม่ขาดง่าย ผสมสีให้สีสดใส	มีการไหลตัวดี จะฉีดง่ายหดตัวน้อย ทรงรูปดี ทนแรงกระแทกได้ดี ไม่มีกลิ่น สามารถใช้บรรจุอาหารและยาได้ปลอดภัย	มีการไหลตัวดี จะฉีดง่ายฉีดตัวและแอ่นตัวได้น้อย ทรงรูปดี ทนแรงกระแทกได้ดี ไม่มีกลิ่นสามารถใช้บรรจุอาหารและยาได้ดี	มีการไหลตัวได้ดี เป่าเป็นขวดได้ง่าย ขวดมีความทรงรูปดีมาก สามารถลดน้ำหนักขวดลงได้ พิมพ์แล้วไม่หลุดลอกง่าย ไม่มีกลิ่น ใช้บรรจุอาหารได้	มีการไหลตัวดี เป่าเป็นขวดได้ง่าย ให้ผลผลิตสูง ไม่มีกลิ่น ทนสารเคมีได้ดี ขวดมีความทรงรูปดี ผิวขวดเนียน พิมพ์ไม่หลุดจุอาหารได้	มีการไหลตัวดี เป่าเป็นขวดได้ง่าย ให้ผลผลิตสูง ทนสารเคมีได้ดี ไม่มีกลิ่น ผิวขวดเนียนสวยงาม พิมพ์ไม่หลุด ใช้บรรจุอาหารได้	มีการไหลตัวดี ทนต่อสารเคมีและแรงกระแทกได้ดี บรรจุอาหารได้ ไม่มีกลิ่น	มีความแข็งแรงสูงมากเป็นพิเศษ การยึดตัวดี ไม่ขาดง่าย	มีความแข็งแรงสูง การยึดตัวดี ไม่ขาดง่าย ผสมสีให้สีสดใส	แปรรูปง่ายให้ผลผลิตสูง มีความแข็งแกร่งรับแรงดันและแรงกดได้ดี มีการกระจายตัวของผงถ่าน (carbon black) สม่ำเสมอ ทนการเคมี ติดตั้งง่าย

ที่มา : บริษัท ไทยโพลิเอทิลีน จำกัด (มหาชน)

ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมก่อสร้าง หรือ อุตสาหกรรมรถยนต์เช่นเดียวกับเกาหลีและญี่ปุ่น แนวโน้มปริมาณการใช้ HDPE ของไทยก็ย่อมเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับประเทศเกาหลีและญี่ปุ่นเช่นกัน

โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) เป็นวัตถุดิบที่สังเคราะห์ขึ้นมาโดยกรรมวิธีทางเคมี PVC จะมีลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น ทนทานต่อการกัดกร่อน ทนต่อกรดต่อด่าง และมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า จากการศึกษาพบว่าแนวโน้มปริมาณการใช้ PVC ของประเทศไทยไม่ได้เป็นไปในแนวทางเดียวกับประเทศเกาหลีและญี่ปุ่น ทั้งนี้เป็นเพราะว่าอุตสาหกรรมการผลิต PVC เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย ที่เรียกว่า โพลีเมอร์ไรเซชั่น (polymerization) ซึ่งใช้ไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ (VCM) บริสุทธิ์เป็นวัตถุดิบ อีกทั้งผลิตภัณฑ์ PVC ก็สามารถใช้ประโยชน์ในวงงานที่กว้างขวางมาก และมากกว่าเดิมเมื่อเทียบกับเมื่อ 10 ปีที่แล้ว กล่าวคือเป็นวัตถุดิบหลักที่สำคัญให้กับอุตสาหกรรมต่าง ๆ อีกมากมาย คือ

อุตสาหกรรมการผลิตสายไฟ พลาสติก PVC เป็นวัตถุดิบหนึ่งที่นำมาใช้ในการผลิตฉนวนหุ้มสายไฟประเภทต่าง ๆ ทั้งนี้ได้มีการทดสอบและพบว่า ฉนวนที่ทำมาจาก PVC เป็นฉนวนที่มีคุณลักษณะพิเศษ เพราะ PVC มีราคาถูกกว่าฉนวนอื่น ๆ ซึ่งเหมาะแก่การนำมาใช้งานเป็นอย่างยิ่ง โดยคุณสมบัติพิเศษดังกล่าว เรามักจะพบเห็นวัสดุ PVC ในรูปฉนวนหุ้มสายไฟ สายโทรศัพท์ สายเคเบิ้ลทีวี สายคอมพิวเตอร์ สายไฟรถยนต์ อุปกรณ์ไฟฟ้า อื่น ๆ เช่น ปลั๊กไฟ หรือแม้กระทั่งปลั๊กไฟคอมพิวเตอร์ก็ยังคงใช้ PVC เป็นวัตถุดิบในการผลิตฉนวนหุ้มสายไฟ

อุตสาหกรรมหนังเทียม เนื่องจากสามารถนำเอา PVC มาทำการผลิตเป็นหนังเทียมได้สำเร็จ สามารถทดแทนหนังสัตว์ที่มีราคาแพงและนับวันจะหายากได้เป็นอย่างดี เรามักพบผลิตภัณฑ์หนังเทียม PVC ในรูปของสินค้าสำเร็จรูป เช่น กระเป๋าถือ กระเป๋าเดินทาง กระเป๋าสุภาพสตรี อุปกรณ์กีฬาต่าง ๆ ลูกบอลล์ ถุงมือ ถุงกลอฟท์ รองเท้า เข็มขัด เฟอร์นิเจอร์ ซึ่งให้ความสวยงามไม่แพ้หนังแท้เลย นอกจากนี้ยังมีเบาะรถยนต์ เสื้อแจ็กเก็ตกันหนาว อื่น ๆ ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ที่นำมาจากหนังแท้เกือบทั้งหมดได้ถูกทดแทนด้วยผลิตภัณฑ์หนัง PVC ที่มีคุณภาพและลักษณะเหมือนกับหนังแท้เพราะนอกจากจะมีลักษณะคล้ายกันแล้ว ผลิตภัณฑ์หนัง PVC ยังสามารถสร้างสรรค์ลวดลายให้เกิดขึ้นได้อย่างงดงามอีกด้วย

อุตสาหกรรมแผ่นฟิล์ม PVC ซึ่งใช้ PVC เป็นวัตถุดิบหลักนั้น ในปัจจุบันสามารถนำเอาแผ่นฟิล์ม PVC มาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร การถนอมอาหาร การห่อสินค้า และอื่น ๆ

อุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง จากการที่ขาดแคลนวัสดุอุปกรณ์ในการก่อสร้างที่ได้มาจากธรรมชาติ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจาก PVC เพื่อนำมาทดแทนวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นับวันจะขาดแคลนเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยให้ประเทศได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สามารถใช้ PVC เป็นวัตถุดิบในการผลิตวัสดุอุปกรณ์ภายในบ้าน เช่น ประตู วงกบ ขอบคิ้ว เฟอร์นิเจอร์ จมูกบันได เส้นหินขัด ราวบันได และลูกบิดประตู ซึ่งวัสดุเหล่านี้มีคุณสมบัติที่ดีกว่าวัสดุธรรมชาติทั้งในด้านความทนทาน มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ทนต่อความชื้น ไม่ผุกร่อน ไม่ติดไฟ ไม่บิดตัวหรือขยายตัวเมื่อได้รับความชื้น ทนต่อสารเคมีที่ใช้กับเครื่องสุขภัณฑ์ในห้องน้ำ สามารถป้องกันการรบกวนจากปลวก แมลงต่าง ๆ และเชื้อรา นอกจากนี้ผิวสัมผัสมีลักษณะลื่นเป็นมันง่ายต่อการดูแลทำความสะอาดและง่ายต่อการติดตั้ง

อุตสาหกรรมท่อ ปัจจุบันมีการนำเอาท่อพลาสติกมาใช้ทดแทนท่อเหล็ก ท่อซีเมนต์หรือท่อยางกันแล้ว ท่อพลาสติกที่นิยมและเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายก็คือ ท่อ PVC เป็นเพราะว่าท่อ PVC มีคุณสมบัติในด้านความแข็งแกร่ง ไม่เป็นสนิม ทนต่อกรด ด่าง และสารเคมีอื่น ๆ มีน้ำหนักเบา สามารถทนต่อแรงดันได้เป็นอย่างดี อีกทั้งเป็นฉนวนไฟฟ้าและมีราคาไม่แพงจนเกินไป ท่อ PVC ส่วนมากใช้เป็นท่อประปาสู่บ้านเรือน ใช้เป็นท่อระบายน้ำและสิ่งปฏิกูล ใช้ในงานขุดเจาะบ่อบาดาล ใช้ในงานร้อยสายไฟฟ้า และสายโทรศัพท์ ใช้ในอุตสาหกรรมงานขนส่งสารเคมี งานชลประทาน งานด้านการเกษตร PVC ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตท่อนั้นจะเป็นจำพวกเทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) ซึ่งเป็นพลาสติกที่สามารถนำมาขึ้นรูปใหม่ได้ด้วยกระบวนการใช้ความร้อน จึงมีคุณสมบัติพิเศษเหมาะกับการนำมาใช้งานด้านวิศวกรรม ท่อ PVC จะถูกออกแบบและผลิตออกมาให้เหมาะกับการใช้งานในลักษณะที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปผู้ผลิตท่อ PVC จึงแบ่งท่อ PVC ออกเป็นสีต่าง ๆ โดยท่อ PVC สีฟ้าเป็นท่อที่ใช้กับงานระบบประปา ท่อ PVC สีเหลืองเป็นท่อที่ใช้กับงานระบบร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ ส่วนท่อ PVC สีเทานั้นเป็นท่อที่ใช้ในระบบงานอุตสาหกรรมชลประทานและงานระบบท่อระบายน้ำ หรือสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ นอกจากผลิตภัณฑ์ท่อ PVC แล้วยังมีผลิตภัณฑ์ข้อต่อ PVC ซึ่งถูกออกแบบมาให้เหมาะสมกับการใช้งาน มีทั้งข้อต่อที่ใช้สำหรับระบบงานน้ำประปา งานท่อระบายน้ำและสิ่งปฏิกูล และข้อต่อที่ใช้สำหรับงานร้อยสายโทรศัพท์ ท่อ PVC ที่พบ

เห็นกันทั่วไปอีกชนิดหนึ่งก็คือ ท่ออ่อน PVC ซึ่งเป็นวิวัฒนาการทางวิทยาศาสตร์ โดยการผสมสารพิเศษพวกพลาสติกไซเซอร์ (plasticizer) ซึ่งโดยปกติแล้วจะอยู่ในรูปของ oily liquids เช่น DOP (dioctyl phthalate) ซึ่งเป็นสารที่ใช้กันกว้างขวาง โดยนำพลาสติกไซเซอร์ผสมกับ PVC เพื่อช่วยเพิ่มความนิ่มและความยืดหยุ่นให้กับ PVC ซึ่งคุณสมบัตินี้มีความสำคัญมาก เพราะช่วยขยายการใช้งานของ PVC ให้กว้างขวางขึ้น ทำให้สามารถทำผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่มีความนิ่มแข็งและความยืดหยุ่นได้หลาย ๆ ระดับตามความต้องการ พร้อมทั้งยังมีความแข็งแรงทนทานต่อทุกสภาพอากาศ ทนต่อปฏิกิริยาเคมี มีน้ำหนักเบาและมีราคาถูก ง่ายต่อการประกอบ ใช้งานขนย้ายสะดวก จึงเหมาะแก่งานด้านอุตสาหกรรมทุกแขนง เพราะนอกจากท่ออ่อนแล้วยังรวมไปถึงสายยาง พื้นรองเท้า สายไฟในบ้านต่าง ๆ ล้วนแล้วแต่มีพลาสติกไซเซอร์มาช่วยทำให้ PVC มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น นอกจากท่ออ่อนดังกล่าวแล้วยังมีท่อเสริมด้ายถัก PVC ซึ่งนำมาใช้งานระบบหล่อเย็นเครื่องจักรกล ใช้เป็นท่อลม ท่อส่งสารเคมี ท่อก๊าซ และสายยางดับเพลิง ท่อดูดเสริมโครงขดเกลียว PVC ก็เป็นท่ออ่อนอีกชนิดหนึ่งที่ถูกวิวัฒนาการขึ้นมาโดยนำเอาท่อดูดเสริมโครงขอเกลียว PVC มาใช้เป็นท่อส่งน้ำในบ้านเรือน น้ำประปา การเกษตร และใช้ในงานส่งสารละลายเคมีในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ

จากการพัฒนารูปแบบที่เหมาะสมกับการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ อย่างหลากหลายตลอดเวลา พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมาโดยใช้ PVC เป็นวัตถุดิบไม่เพียงแต่จะใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน แต่ผลิตภัณฑ์จาก PVC ยังได้ขยายศักยภาพการใช้งานให้กว้างออกไปถึงระดับอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทำให้อุตสาหกรรมเกือบทุกแขนงต่างก็ได้รับประโยชน์จากผลิตภัณฑ์ของ PVC แทบทั้งสิ้น ฉะนั้นประเทศที่มีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวางดังเช่นประเทศเกาหลีและญี่ปุ่นย่อมมีปริมาณการใช้ PVC ค่อนข้างสูงมากในระดับหนึ่งซึ่งแตกต่างจากปริมาณการใช้ PVC ของประเทศไทยที่การพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมค่อนข้างน้อยกว่าของประเทศเกาหลีและญี่ปุ่น แต่หากในอนาคตข้างหน้าประเทศไทยมีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกันกับเกาหลีและญี่ปุ่น แนวโน้มประมาณการใช้ PVC ของประเทศไทยก็ย่อมเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับประเทศเกาหลีและญี่ปุ่นได้เช่นกัน

เอทิลีนไกลคอล (EG) ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตโพลีเอสเทอร์ (polyester) จากการศึกษาแนวโน้มปริมาณการใช้ EG ระหว่างประเทศไทย ประเทศเกาหลี และประเทศญี่ปุ่นพบว่าแนวโน้มปริมาณการใช้ EG ของประเทศไทยมีลักษณะเป็นแนวทางเดียวกันกับประเทศเกาหลี ทั้งนี้แม้ว่าประเทศไทยยังไม่ได้มีโรงงานที่ผลิต EG ในประเทศโดยตรง แต่ก็มีการใช้ EG โดยการ

นำเข้าจากต่างประเทศมาผลิตเส้นใยโพลีเอสเทอร์ในอุตสาหกรรมการทอผ้า และยังใช้ผลิตเป็นฟิล์มและขวดพลาสติกเพท (polyethylene terephthalate, PET) ที่ใช้ใส่น้ำดื่มได้อีกด้วย ซึ่งเมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และลักษณะการใช้ประโยชน์ของ EG แล้วจะเห็นว่าวงงานหรืออุตสาหกรรมที่ใช้ EG เป็นวัตถุดิบในการผลิตมีไม่มากนัก ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมการทอผ้า ทำให้ปริมาณการใช้ EG ของประเทศไทยเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับประเทศเกาหลีเมื่อประเทศไทยมีการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ (ซึ่งพิจารณาจากค่า rGDP) เท่าเทียมกับประเทศเกาหลีที่มีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมมากกว่าประเทศไทยแต่การพัฒนาอุตสาหกรรม EG ยังมีไม่มากนัก แต่เมื่อพิจารณาแนวโน้มลักษณะปริมาณการใช้ EG ของประเทศญี่ปุ่นพบว่าไม่ได้เป็นแนวเดียวกันกับปริมาณการใช้ EG ของประเทศไทยและประเทศเกาหลี ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในประเทศที่พัฒนาแล้วอัตราการขยายตัวของค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงกับปริมาณการใช้ EG ภายในประเทศนั้นจะไม่ได้เพิ่มขึ้นเป็นอัตราที่เท่ากันตลอดเวลา กล่าวคือแม้ค่า rGDP จะเพิ่มขึ้นแต่การบริโภค EG ในประเทศที่พัฒนาแล้วจะเพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งแล้วจะคงที่แม้ว่าค่า rGDP จะเพิ่มขึ้นอีกเรื่อย ๆ ก็ตาม แต่ทั้งนี้ก็ต้องพิจารณาถึงลักษณะการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศนั้น ๆ ด้วยเพราะว่า EG เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเส้นใยทอผ้าใยสังเคราะห์

เมื่อพิจารณาภาพแสดงการเปรียบเทียบระหว่าง lnrGDP percapita และ demand percapita ของทั้ง LDPE HDPE PVC และ EG (lndThLDP, lndThHDP, lndThPVC และ lndThEG) พบว่าช่วงข้อมูลของประเทศญี่ปุ่นที่นำมาต่อกับประเทศเกาหลี (เนื่องจากค่า rGDP ของประเทศเกาหลีในปี ค.ศ.1995 ใกล้เคียงกับค่า rGDP ของประเทศญี่ปุ่นในปี ค.ศ.1975) ลักษณะของกราฟมีลักษณะต่ำลงกว่าแนวเส้นตรงเดิม ทั้งนี้เป็นเพราะว่า ข้อมูลของประเทศญี่ปุ่นในช่วงปี ค.ศ. 1975 ที่นำมาต่อกับข้อมูลของประเทศเกาหลีในช่วงปี ค.ศ.1995 แม้ข้อมูลทั้งสองปีดังกล่าวจะมีค่า rGDP ใกล้เคียงกันแต่ก็เป็นช่วงเวลาที่ห่างกันค่อนข้างมากถึง 20 ปี ฉะนั้น ลักษณะการพัฒนาทางด้านการผลิตและความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีในปี ค.ศ.1975 ย่อมจะแตกต่างจากช่วงปี ค.ศ.1995 อย่างแน่นอน นอกจากนี้แล้วลักษณะการนำ LDPE HDPE PVC และ EG มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้งานต่าง ๆ ย่อมจะต้องมีการพัฒนาไปมาก ซึ่งสามารถยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีได้แก่

- ปกหนังสือต่าง ๆ ก็ได้มีการหันมาใช้ฟิล์มในงานเคลือบผิวกระดาษ ทำให้กระดาษมีลักษณะมันเงา เกิดความสวยงามและทนทานมากขึ้น

- ในปัจจุบันได้หันมาใช้ฟิล์มในการห่ออาหาร สินค้าทางการเกษตร ผักและผลไม้มากขึ้นกว่าสมัยก่อนมาก ฟิล์มห่ออาหารมีคุณประโยชน์ช่วยลดความเสียหายของสินค้าในระหว่างการส่งสินค้าไปให้กับผู้บริโภค ซึ่งแต่เดิมมักบรรจุในกล่องกระดาษเท่านั้น

- ของเด็กเล่น เครื่องใช้ต่าง ๆ ในบ้าน เดิมอาจจะผลิตโดยใช้ไม้ สังกะสี อลูมิเนียม เป็นวัตถุดิบ แต่ในปัจจุบันได้หันมาใช้พลาสติกกันมากขึ้นโดยแยกตามชนิดของการใช้งาน เช่น ถ้าเป็นภาชนะใส่อาหารพวกจาน ชาม และหม้อ ก็จะใช้พลาสติกที่มีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงและสารเคมีได้ดี

- มีการผลิตดอกไม้พลาสติกเพิ่มมากขึ้นเพื่อใช้ประดับที่อยู่อาศัย อาคารสำนักงานทดแทนต้นไม้และดอกไม้สดซึ่งมีความทนน้อยกว่า เก็บไว้ได้ไม่นาน

- ท่อน้ำประปา ท่อระบายน้ำทิ้ง และท่อร้อยสายไฟฟ้า เดิมท่อต่าง ๆ เหล่านี้ทำมาจากเหล็ก และปูน แต่ปัจจุบันได้หันมาใช้พลาสติกในการผลิตท่อต่าง ๆ เหล่านี้แล้ว เนื่องจากมีน้ำหนักเบา ทนทาน ไม่เป็นสนิมและติดตั้งง่าย

- ถังหรือลังรวมทั้งแท่นรองสินค้าและกาละมัง เดิมเคยผลิตมาจากสังกะสี อลูมิเนียม และไม้ต่าง ๆ แต่ปัจจุบันก็ได้หันมาใช้พลาสติกในการผลิตมากขึ้น เพราะมีความทนทานและทนแรงกระแทกได้ดีกว่า

- บังโคลน บังลม รถมอเตอร์ไซด์ และส่วนประกอบต่าง ๆ ของรถยนต์ไม่ว่าจะเป็นพวงมาลัย ประตู กันชน เบาะนั่ง ล้วนหันมาใช้พลาสติกในการผลิตมากขึ้นทนแทนการผลิตเดิมที่ใช้ไม้ และเหล็กในการผลิต นอกจากนี้ยังพบว่าในปัจจุบันรถยนต์ 1 คันต้องใช้พลาสติกในการผลิตส่วนประกอบต่าง ๆ มากถึง 25-30 กิโลกรัม

- อุปกรณ์สำนักงาน เฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ในบ้าน รวมทั้งกระเป๋าและเครื่องใช้ต่าง ๆ เดิมเคยใช้ไม้ หนังสัตว์ และเหล็กเป็นส่วนประกอบหลักในการผลิต แต่ปัจจุบันได้หันมาใช้พลาสติก หนังเทียมที่ผลิตจาก PVC มาเป็นองค์ประกอบหลักในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ซึ่งมีความทนทานพอ ๆ กับการใช้ไม้ หนังสัตว์ และเหล็ก แต่จะมีน้ำหนักเบากว่า ราคาถูกกว่าและทำความสะอาดง่ายกว่า

-ฝาขวดน้ำดื่ม น้ำอัดลม เดิมจะใช้ฝาโลหะ แม้ในปัจจุบันยังคงมีการใช้ฝาโลหะอยู่ แต่จะเห็นได้ว่าได้เริ่มมีการหันมาใช้ฝาพลาสติกกันมากขึ้น เพราะมีความทนทานกว่าและไม่เป็นสนิม

นอกจากนี้งานก่อสร้างต่าง ๆ ได้หันมาใช้ผลิตภัณฑ์จากพลาสติกมากขึ้น เช่น จะใช้ PVC ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งปัจจุบันได้รับความนิยมแพร่หลายมากขึ้น เพราะนอกจากท่อน้ำประปา ท่อน้ำทิ้งและท่อร้อยสายไฟฟ้าแล้วผลิตภัณฑ์ PVC ที่มักคุ้นเคยกันเป็นอย่างดีก็ยังมีโครงฝาผนังและวงกบหน้าต่างประตูที่กำลังเป็นที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ ผลิตภัณฑ์ PVC เหล่านี้ได้ถูกวิจัยและพัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกในทวีปยุโรปเมื่อปี พ.ศ.2493 และได้ถูกนำไปใช้งานในประเทศสหรัฐอเมริกาประมาณปี พ.ศ.2503 แต่ไม่ได้รับความสนใจมากเท่าที่ควร จนกระทั่งถึงปี พ.ศ.2518 โครงฝาผนังและวงกบหน้าต่างประตู PVC จึงมีส่วนแบ่งตลาดประมาณ 1% ในปี พ.ศ.2528 สามารถเพิ่มส่วนแบ่งตลาดได้เพิ่มขึ้นถึง 15% จากปี พ.ศ.2522 ถึง พ.ศ.2530 ผลิตภัณฑ์ PVC เหล่านี้ได้ประสบความสำเร็จทางด้านการตลาดเป็นอย่างมาก โดยมีอัตราการเจริญเติบโตประมาณ 19.1% ต่อปี และฝาผนัง PVC ก็มีอัตราการเจริญเติบโตประมาณ 16.1% ต่อปี ฉะนั้นจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันได้มีการใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกเพิ่มขึ้นมากกว่าเมื่อ 20 ปีที่แล้วอย่างมาก ประกอบกับที่ประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศที่มีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมค่อนข้างจะอยู่ตัวอยู่แล้วทำให้ปริมาณการใช้อนุพันธ์เอทิลีนจึงอยู่ในช่วงอิ่มตัวแล้ว อีกทั้งประเทศญี่ปุ่นได้เบนไปให้ความสนใจอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่มีเทคโนโลยีที่สูงกว่าอุตสาหกรรมดังกล่าว จึงเป็นผลให้ปริมาณการใช้อนุพันธ์เอทิลีนของประเทศญี่ปุ่นในปี ค.ศ.1975 แตกต่างจากปริมาณการใช้อนุพันธ์เอทิลีนของประเทศเกาหลีในปี ค.ศ.1995 อย่างมาก นอกจากนี้ยังอาจมีปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น ปัจจัยการทดแทน เข้ามามีบทบาทอีกด้วย

อย่างไรก็ตามเมื่อศึกษาค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้อนุพันธ์เอทิลีนแต่ละชนิดต่อรายได้ของประเทศไทยเปรียบเทียบกับประเทศเกาหลีและประเทศญี่ปุ่นพบว่าค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ LDPE และ EG ต่อรายได้ของประเทศไทยกับประเทศเกาหลีมีค่าประมาณเท่ากันและจะมีค่ามากกว่าค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ LDPE และ EG ต่อรายได้ของประเทศญี่ปุ่น กล่าวคือเมื่อรายได้ต่อประชากรเพิ่มขึ้นประเทศไทยและประเทศเกาหลีจะมีปริมาณการใช้ LDPE และ EG เพิ่มขึ้นมากพอ ๆ กัน และจะเพิ่มมากกว่าปริมาณการใช้ LDPE และ EG ของประเทศญี่ปุ่นด้วย ส่วนค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ HDPE และ PVC ต่อรายได้ของประเทศไทยจะมีค่ามากกว่าประเทศเกาหลี และประเทศเกาหลีก็มีค่าความยืดหยุ่นมากกว่าประเทศญี่ปุ่นด้วย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า LDPE ซึ่งเป็นสารปิโตรเคมีที่ส่วนใหญ่ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมบรรจุ

ภัณฑ์ ขณะที่ EG เป็นวัตถุดิบที่ส่วนใหญ่ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเส้นใยสังเคราะห์ ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม สินค้าส่งออกส่วนมากเป็นสินค้าทางการเกษตรซึ่งต้องใช้บรรจุภัณฑ์บรรจุสินค้าเพื่อการส่งออกเป็นจำนวนมาก ส่วนประเทศเกาหลีซึ่งมีการพัฒนาอุตสาหกรรมมากกว่าประเทศไทยและสินค้าส่งออกมักจะเป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นเล็ก ๆ แต่ส่งออกเป็นปริมาณมากทำให้ต้องใช้บรรจุภัณฑ์เพื่อบรรจุสินค้าส่งออกเป็นจำนวนมากเช่นกัน ส่วนอุตสาหกรรมทอเส้นใยสังเคราะห์ก็เป็นอุตสาหกรรมที่ได้รับเทคโนโลยีจากประเทศเกาหลีเมื่อไม่นานการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมสิ่งทอจึงค่อนข้างใกล้เคียงกับประเทศเกาหลี อย่างไรก็ตามแม้ว่าประเทศเกาหลีจะมีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมมานานกว่าประเทศไทยโดยเฉพาะอุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมรถยนต์ และอื่น ๆ แต่ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ HDPE และ PVC ซึ่งแม้ว่าจะใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมที่หลากหลายกว่า LDPE และ EG ต่อรายได้ของประเทศเกาหลียังน้อยกว่าประเทศไทย อาจเป็นเพราะว่าประเทศเกาหลีมีการพัฒนาอุตสาหกรรมก่อนข้างมาก การใช้ HDPE และ PVC จึงอาจอยู่ในช่วงที่เริ่มอิ่มตัวแล้ว กล่าวคือแม้ว่ารายได้ต่อประชากรของประเทศเกาหลีจะเพิ่มมากขึ้น แต่ปริมาณการใช้ HDPE และ PVC จะไม่เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เพราะเมื่อเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่งแล้วแม้รายได้ต่อประชากรจะเพิ่มมากขึ้นเท่าไรก็ตามอัตราการใช้จะยังคงที่ ในขณะที่ประเทศญี่ปุ่นนั้นมีการพัฒนาอุตสาหกรรมมาเป็นเวลานาน สินค้าที่ผลิตขึ้นเพื่อการส่งออกส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ การใช้ผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์จึงมีไม่มาก ขณะเดียวกันประเทศญี่ปุ่นก็ได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมสิ่งทอให้กับประเทศเกาหลีแล้ว ดังได้แสดงลักษณะการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางด้านอุตสาหกรรมในตารางที่ 6-5 ประกอบกับประเทศญี่ปุ่นเองได้หันไปให้ความสนใจอุตสาหกรรมอื่นที่ไฮเทคกว่าอุตสาหกรรมปิโตรเคมี จึงทำให้ปริมาณการใช้อนุพันธ์เอทิลีนของประเทศญี่ปุ่นน้อยกว่าประเทศไทยและประเทศเกาหลี

เมื่อทำการศึกษาข้างต้นดังกล่าวจะเห็นว่าแนวโน้มการพัฒนาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีของประเทศไทยในระยะสั้นจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับประเทศเกาหลี แต่ในระยะยาวการพัฒนาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีโดยเฉพาะอนุพันธ์เอทิลีนนั้นยังไม่แน่นอน เพราะถ้าผลิตภัณฑ์ของอนุพันธ์เอทิลีนยังทดแทนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้เป็นอย่างดีและไม่มีผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าหรือราคาถูกกว่า การใช้อนุพันธ์เอทิลีนยังคงมีอยู่ แต่ถ้าหากในอนาคตประเทศไทยสามารถค้นพบผลิตภัณฑ์อื่นที่ใช้ทดแทนได้ดีกว่า การใช้อนุพันธ์เอทิลีนต่าง ๆ ก็อาจจะชลอตัวลง อย่างไรก็ตามในการศึกษาได้นำข้อมูลปริมาณการใช้เอทิลีนของประเทศเกาหลีมาพิจารณาแนวโน้มปริมาณการใช้เอทิลีนของประเทศไทย โดยจะทำการทำนายปริมาณการใช้เอทิลีนและ

ตารางที่ 6-5 : แสดงการพัฒนาทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมในประเทศต่าง ๆ

	ประเทศญี่ปุ่น	ประเทศเกาหลี	ประเทศไทย
ระยะแรกหลังสงคราม	รับเอาเทคโนโลยีต่าง ๆ ของ basic industry กลั่นน้ำมันจากประเทศในแถบยุโรป	ประเทศเกษตรกรรม	ประเทศเกษตรกรรม
10 ปีหลังสงคราม	รับเทคโนโลยีทางด้านอุตสาหกรรมปิโตรเคมี สิ่งทอและการต่อเรือจากประเทศในแถบยุโรป	รับเอา basic industry กลั่นน้ำมันจากประเทศญี่ปุ่น	ประเทศเกษตรกรรม
20 ปีหลังสงคราม	พัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมปิโตรเคมีเองและรับเอาการผลิตสารเคมีบางตัวจากประเทศในแถบยุโรป	รับอุตสาหกรรมสิ่งทอและพลาสติกจากประเทศญี่ปุ่น	รับเอา basic industry กลั่นน้ำมันและสารเคมีพวกกรดกำมะถันจากประเทศเกาหลี
30 ปีหลังสงคราม	รับเอา fine chemical และสารเคมีต่าง ๆ จากประเทศในแถบยุโรปและมีการพัฒนาเอง	รับเอาเทคโนโลยีทางด้าน อุตสาหกรรมปิโตรเคมี สารเคมี และอุตสาหกรรมโลหะหนักจากประเทศญี่ปุ่น	รับเอาอุตสาหกรรมสิ่งทอและพลาสติกจากประเทศเกาหลี
40 ปีหลังสงคราม ปัจจุบัน	รับเอาเทคโนโลยีทางด้านอีเล็คทรอนิคจากประเทศแถบยุโรปเข้ามาและนำมาพัฒนาเอง รับเอาเทคโนโลยีที่ high tech เข้ามาจากประเทศในแถบยุโรป	รับอุตสาหกรรมการต่อเรือและ fine chemical จากประเทศญี่ปุ่น รับเอาเทคโนโลยีทางด้านอีเล็คทรอนิคจากประเทศญี่ปุ่น	เริ่มรับเอาอุตสาหกรรมพลาสติกและอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจากประเทศเกาหลี ยังคงรับอุตสาหกรรมพลาสติก ปิโตรเคมี

ที่มา : เอกสารงาน ดร. เพียรพรรค ทัศคร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อนุพันธ์เอทิลีนออกเป็นสองวิธีคือ

1. ทำนายจากแบบจำลองปริมาณการใช้อนุพันธ์เอทิลีนแต่ละชนิดที่ศึกษาจากปริมาณการใช้อนุพันธ์เอทิลีนของประเทศไทยกับประเทศเกาหลี คือ

$$\ln(dttLDP) = -7.61627 + 1.154811 \ln(rGDPtt)$$
$$(0.383629) \quad (0.047891)$$

$$\ln(dttHDP) = -7.027378 + 1.089545 \ln(rGDPtt)$$
$$(0.626576) \quad (0.07822)$$

$$\ln(dttPVC) = -6.634376 + 1.073192 \ln(rGDPtt)$$
$$(0.58215) \quad (0.072674)$$

$$\ln(dttEG) = -11.98376 + 1.66961 \ln(rGDPtt)$$
$$(0.431023) \quad (0.053808)$$

2. ทำนายจากปริมาณการใช้อนุพันธ์เอทิลีนแต่ละชนิดของประเทศเกาหลีที่มีค่า rGDP สูงกว่าประเทศไทยโดยวิธี moving average และได้ผลจากการทำ moving average ของปริมาณการใช้ LDPE ตามรูปที่ 6-7 ปริมาณการใช้ HDPE ตามรูปที่ 6-8 ปริมาณการใช้ PVC ตามรูปที่ 6-9 ปริมาณการใช้ EG ตามรูปที่ 6-10 และ ปริมาณการใช้ ethylene ตามรูปที่ 6-11

หลังจากนั้นได้นำผลของปริมาณการใช้อนุพันธ์เอทิลีนแต่ละชนิดคิดย้อนกลับเป็นปริมาณการใช้เอทิลีนโดยใช้ conversion factors โดย conversion factors ที่ใช้คือ

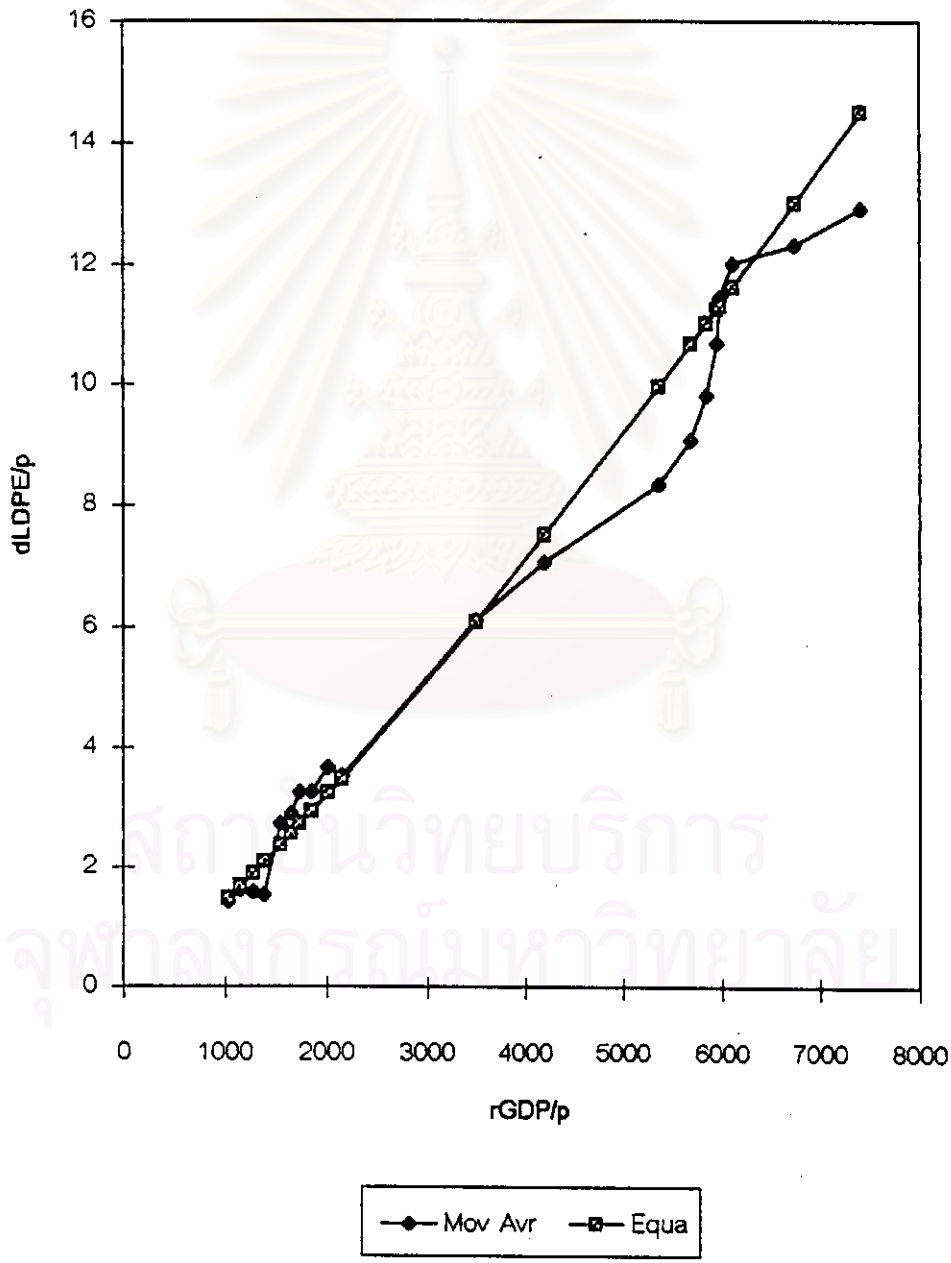
PE = 1.05 ethylene

PVC = 0.53 ethylene

EG = 0.70 ethylene

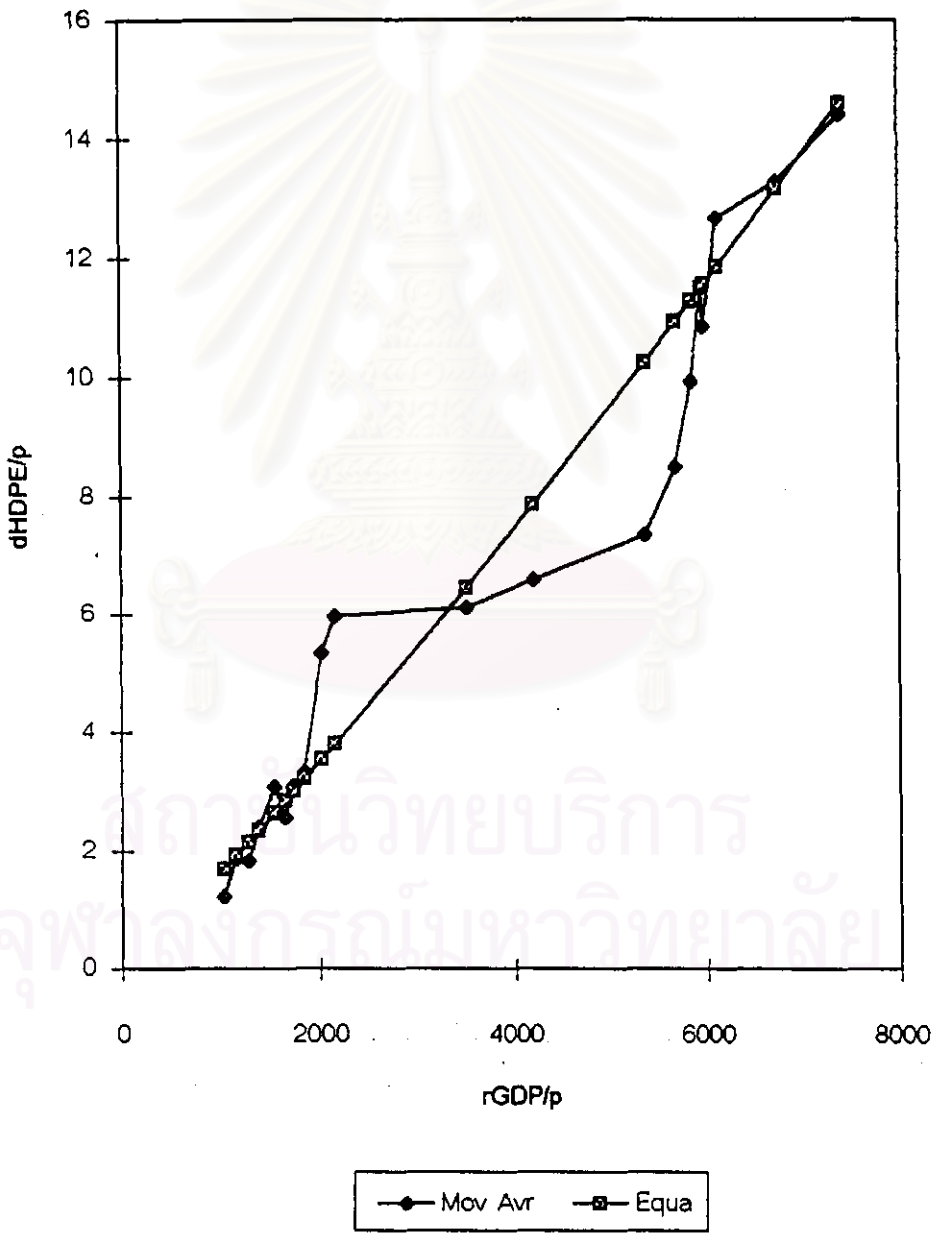
ซึ่งได้ผลการเปรียบเทียบตามตารางที่ 6-6 และรูปที่ 6-12

รูปที่ 6-7 : แสดงการเปรียบเทียบการทำนายปริมาณการใช้ LDPE/p โดยวิธี moving average และ จากแบบจำลอง

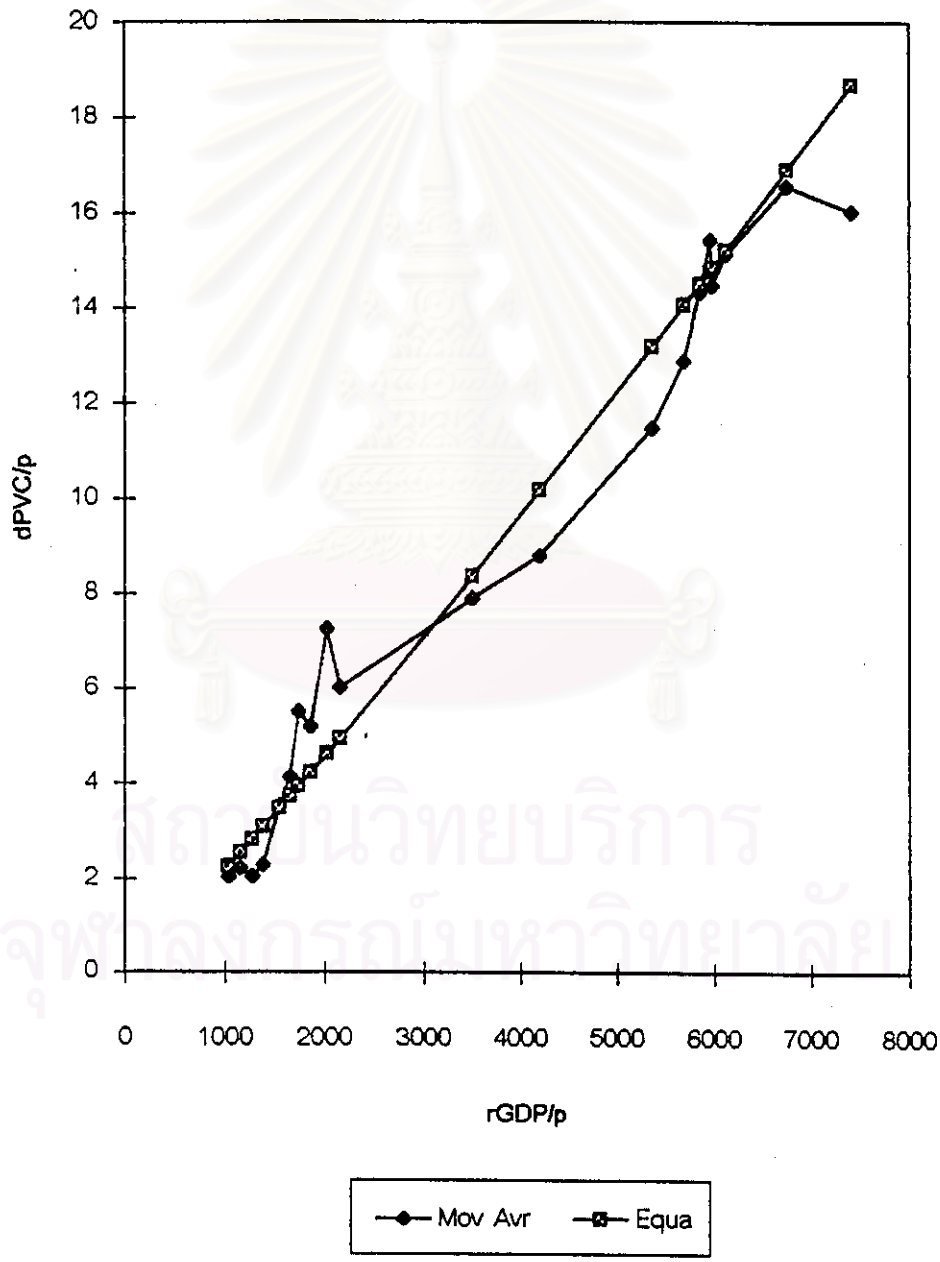


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่6-8 : แสดงการเปรียบเทียบการทำนายปริมาณการใช้ HDPE/p โดยวิธี moving average และจากแบบจำลอง

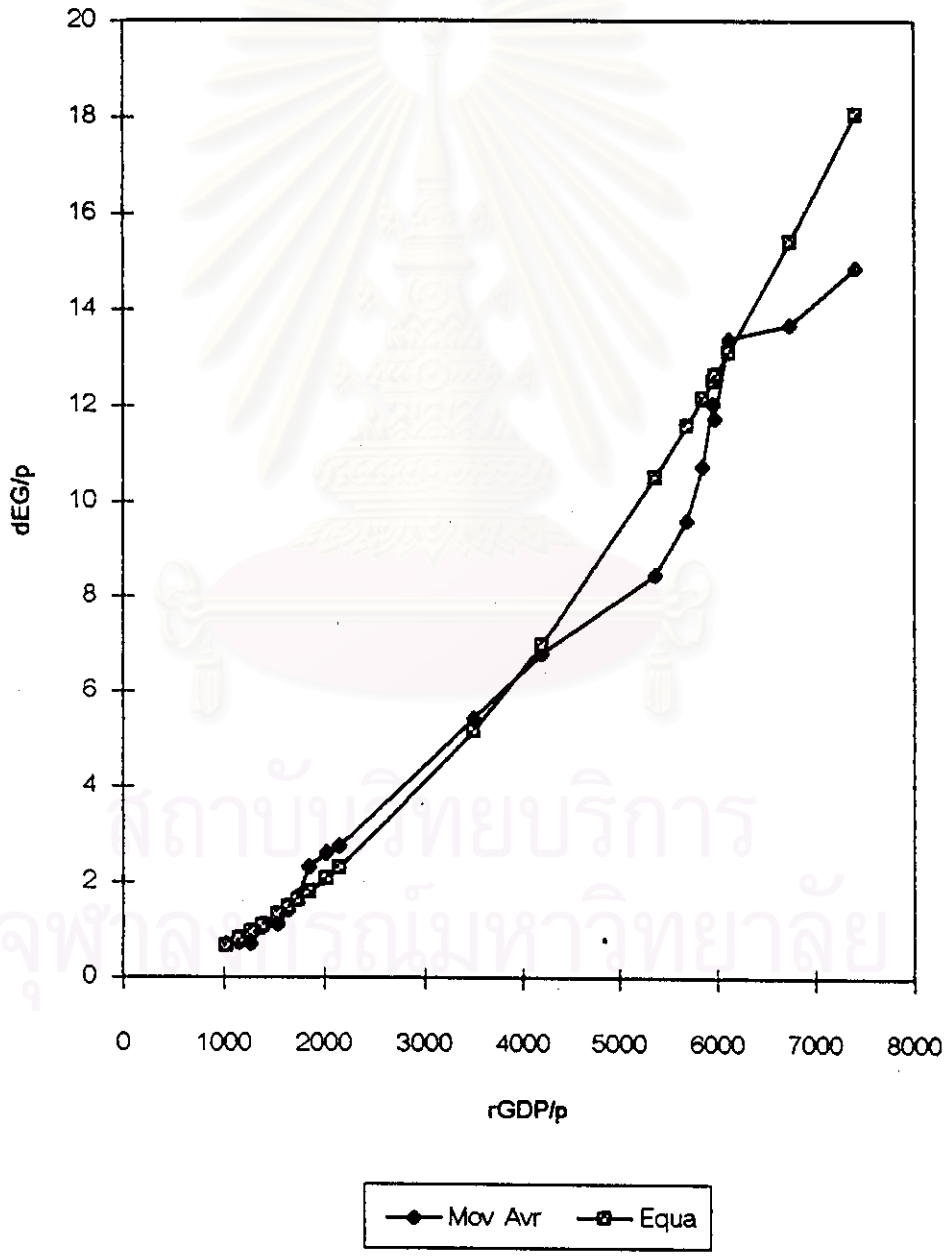


รูปที่ 6-9 : แสดงการเปรียบเทียบการทำนายปริมาณการใช้ PVC/p โดยวิธี moving average และ จากแบบจำลอง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 6-10 : แสดงการเปรียบเทียบการทำนายปริมาณการใช้ EG/p โดยวิธี moving average และ จากแบบจำลอง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6-6 : แสดงการเปรียบเทียบการทำนายโดยวิธี moving average และจากแบบจำลอง

rGDP/p	fdLDPE/p	fdHDPE/p	fdPVC/p	fdEG/p	deethy/p	fedLDPE/p	fedHDPE/p	fedPVC/p	fedEG/p	edeethy/p
1027.42	1.42	1.22	2.03	0.72	7.37	1.48	1.70	2.24	0.67	8.21
1152.57	1.63	1.88	2.22	0.73	8.57	1.69	1.92	2.54	0.81	9.38
1275.21	1.59	1.83	2.03	0.70	8.09	1.90	2.15	2.83	0.96	10.56
1384.04	1.53	2.40	2.29	1.04	9.56	2.09	2.35	3.09	1.10	11.62
1544.96	2.73	3.09	3.52	1.11	13.77	2.37	2.65	3.48	1.32	13.22
1650.32	2.89	2.58	4.15	1.41	15.06	2.56	2.84	3.73	1.47	14.28
1739.49	3.26	3.10	5.53	1.70	18.91	2.72	3.01	3.95	1.61	15.20
1854.05	3.25	3.33	5.20	2.32	19.40	2.93	3.23	4.23	1.79	16.39
2020.63	3.66	5.34	7.26	2.61	26.00	3.23	3.54	4.64	2.06	18.15
2151.74	3.53	5.98	6.01	2.76	24.35	3.48	3.80	4.96	2.29	19.56
3497.83	6.12	6.12	7.89	5.44	34.31	6.09	6.44	8.35	5.16	35.07
4198.16	7.06	6.59	8.80	6.80	39.32	7.52	7.86	10.16	6.99	43.81
5359.12	8.35	7.36	11.50	8.45	48.73	9.97	10.26	13.21	10.51	59.20
5682.10	9.08	8.50	12.91	9.60	54.82	10.67	10.93	14.06	11.59	63.66
5846.01	9.82	9.94	14.34	10.74	61.22	11.02	11.28	14.50	12.15	65.95
5951.87	10.69	11.50	15.45	12.03	67.45	11.25	11.50	14.78	12.52	67.45
5978.98	11.44	10.86	14.47	11.74	65.31	11.31	11.56	14.85	12.62	67.83
6115.01	12.00	12.68	15.14	13.38	71.49	11.61	11.84	15.21	13.10	69.76

รูปที่ 6-11 : แสดงการเปรียบเทียบการทำนายปริมาณการใช้ ethylene/p โดยวิธี moving average และ จากแบบจำลอง