บทที่ 4
รูปแบบการจำลองการใช้สารเคมีหลักของโรงงานผลิตเบาะรถยนต์

การวิจัยบทนี้จะเป็นการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารเคมีหลักที่ใช้ในการผลิตเบาะรถยนต์โดยคัดเลือกจากปัจจัยภายในและปัจจัยทางเศรษฐกิจ เพื่อนำมาเป็นตัวแปรในสมการถดถอยเชิงซ้อน (Multiple linear regression) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) และ Minitab เพื่อช่วยในการในการหารูปแบบของแบบจำลองหรือสมการ รวมทั้งการคำนวณค่าสถิติต่างๆของแบบจำลอง วิธีในการประมาณค่าตัวพารามิเตอร์หรือสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระต่างๆ ผลที่ได้ในบทนี้ คือ แบบจำลองสมการความต้องการการใช้สารเคมีหลักที่ใช้ในการผลิตเบาะรถยนต์

4.1 การคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการใช้สารเคมีหลักเพื่อนำมาเข้าแบบจำลอง

ในขั้นตอนนี้เป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระ ซึ่งก็คือ ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการใช้สารเคมีหลักที่ใช้ในการผลิตเบาะรถยนต์

ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์มีอยู่ด้วยกันหลายปัจจัยมีทั้งปัจจัยภายในโรงงานผลิตฟองน้ำวิทยาศาสตร์และปัจจัยภายนอกที่เป็นปัจจัยทางเศรษฐกิจ ได้แก่

1. ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ (Production , X_1)
2. ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ (CAR , X_2)
3. ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol (Polyol Price, X_3))
4. ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate (TDI Price , X_4)
5. สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต (% Reject , X_5)
6. น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion (W F/C , X_6)
7. น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back (W F/B , X_7)
8. น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion (W R/C , X_8)
9. น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back (W R/B , X_9)
10. สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion (% F/C , X_{10})
11. สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back (% F/B, X_{11})
12. สัดส่วนการขายชิ้นงาน Rear Seat Cushion (% R/C , X_{12})

13. สัดส่วนการขายชิ้นงาน Rear Seat Back (% R/B , X_{13})
14. ไตรมาสที่ 1 (Qtr 1 , X_{14})
15. ไตรมาสที่ 2 (Qtr 2 , X_{15})
16. ไตรมาสที่ 3 (Qtr 3 , X_{16})

หมายเหตุ

X_{14} = **1** : ข้อมูลอยู่ในไตรมาสที่ 1
0 : ข้อมูลไม่อยู่ในไตรมาสที่ 1

X_{15} = **1** : ข้อมูลอยู่ในไตรมาสที่ **2**
0 : ข้อมูลไม่อยู่ในไตรมาสที่ **2**

X_{16} = **1** : ข้อมูลอยู่ในไตรมาสที่ **3**
0 : ข้อมูลไม่อยู่ในไตรมาสที่ **3**

ถ้า X_{14} ,X_{15} และ X_{16} ทุกตัวเท่ากับ 0 แสดงว่าข้อมูลอยู่ในช่วงไตรมาสที่ 4

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ตั้งแต่ปี 2543 - 2544

Month	Dependent Variable	Independent Variable															
	ปริมาณการสารเคมี	ยอดการผลิตเบาะรถยนต์	ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ	Polyol Price	TDI Price	%Reject	น้ำหนักของชิ้นงาน (kgs/pcs.)				อัตส่วนการขยายชิ้นงาน (%)				ระยะเวลา		
	(Kilograms/month)	(Pcs./month)	(Carsets/month)	(Baht/kg)	(Baht/kg)	(%)	F/C	F/B	R/C	R/B	F/C	F/B	R/C	R/B	QTR 1	QTR 2	QTR 3
	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}
Jan '00	110,689	75,340	29,346	60.00	72.00	2.56%	1.262	1.163	2.253	1.605	0.22	0.29	0.20	0.29	1	0	0
Feb'00	137,701	82,773	31,279	60.00	72.00	2.92%	1.262	1.163	2.253	1.605	0.22	0.31	0.22	0.25	1	0	0
Mar'00	151,670	87,555	37,287	60.00	72.00	2.33%	1.262	1.163	2.253	1.605	0.23	0.32	0.18	0.27	1	0	0
Apr'00	116,054	66,694	27,076	60.00	72.00	2.13%	1.262	1.163	2.253	1.605	0.24	0.31	0.19	0.26	0	1	0
May'00	153,050	101,250	34,094	60.00	74.00	2.38%	1.262	1.163	2.253	1.605	0.28	0.30	0.18	0.24	0	1	0
Jun'00	152,263	79,234	35,597	60.00	74.00	2.06%	1.262	1.163	2.253	1.605	0.26	0.29	0.19	0.26	0	1	0
Jul'00	140,635	76,555	35,443	60.00	74.00	2.41%	1.262	1.163	2.253	1.605	0.28	0.29	0.18	0.25	0	0	1
Aug'00	150,051	79,963	35,980	61.00	74.00	3.85%	1.262	1.163	2.253	1.605	0.27	0.30	0.18	0.25	0	0	1
Sep'00	138,536	71,633	34,162	61.00	77.00	2.82%	1.262	1.163	2.253	1.605	0.27	0.31	0.17	0.25	0	0	1
Oct'00	141,655	70,734	35,282	61.00	77.00	1.81%	1.262	1.163	2.253	1.605	0.26	0.31	0.17	0.26	0	0	0
Nov'00	148,661	76,386	41,526	61.00	77.00	2.00%	1.262	1.163	2.253	1.605	0.26	0.31	0.17	0.26	0	0	0
Dec'00	110,075	59,106	33,445	61.00	77.00	2.52%	1.262	1.163	2.253	1.605	0.27	0.30	0.18	0.25	0	0	0
Jan '01	139,677	62,105	30,791	61.00	76.00	1.96%	1.276	1.180	2.522	1.758	0.25	0.31	0.18	0.26	1	0	0
Feb'01	136,664	52,232	32,250	61.00	76.00	2.54%	1.276	1.180	2.522	1.758	0.26	0.28	0.19	0.27	1	0	0
Mar'01	152,903	64,233	37,347	61.00	76.00	1.99%	1.276	1.180	2.522	1.758	0.27	0.29	0.18	0.26	1	0	0
Apr'01	121,122	55,563	27,697	61.00	76.00	2.56%	1.276	1.180	2.522	1.758	0.28	0.28	0.17	0.27	0	1	0
May'01	151,552	81,084	34,650	61.00	76.00	1.74%	1.276	1.180	2.522	1.758	0.28	0.29	0.18	0.25	0	1	0
Jun'01	149,181	74,349	34,566	61.00	74.00	1.99%	1.276	1.180	2.522	1.758	0.25	0.27	0.16	0.32	0	1	0
Jul'01	138,763	96,079	34,132	61.00	74.00	2.13%	1.276	1.180	2.522	1.758	0.27	0.28	0.15	0.30	0	0	1
Aug'01	136,728	95,835	32,493	61.00	74.00	2.46%	1.276	1.180	2.522	1.758	0.27	0.29	0.16	0.28	0	0	1
Sep'01	132,951	97,011	33,348	61.00	74.00	2.34%	1.276	1.180	2.522	1.758	0.27	0.27	0.17	0.29	0	0	1
Oct'01	143,370	104,262	38,047	61.00	76.00	1.58%	1.276	1.180	2.522	1.758	0.25	0.26	0.19	0.30	0	0	0
Nov'01	143,988	117,231	39,807	61.00	76.00	2.10%	1.276	1.180	2.522	1.758	0.26	0.25	0.20	0.29	0	0	0
Dec'01	134,923	90,229	36,670	61.00	77.00	3.12%	1.276	1.180	2.522	1.758	0.30	0.27	0.17	0.26	0	0	0

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ตั้งแต่ปี 2545 – 2546

Month	Dependent Variable	Independent Variable															
	ปริมาณการสารเคมี	ยอดการผลิตเบาะรถยนต์	ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ	Polyol Price	TDI Price	%Reject	น้ำหนักของชิ้นงาน (kgs/pcs.)				สัดส่วนการขยายชิ้นงาน (%)				ระยะเวลา		
	(Kilograms/month)	(Pcs./month)	(Carsets/month)	(Baht/kg)	(Baht/kg)	(%)	F/C	F/B	R/C	R/B	F/C	F/B	R/C	R/B	QTR 1	QTR 2	QTR 3
	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}
Jan '02	167,600	79,110	31,627	65.00	77.00	1.32%	1.226	1.229	2.216	1.546	0.27	0.27	0.19	0.27	1	0	0
Feb'02	148,937	66,818	33,048	65.00	78.00	1.41%	1.226	1.229	2.216	1.546	0.26	0.26	0.21	0.27	1	0	0
Mar'02	194,665	79,656	39,587	65.00	75.00	1.42%	1.226	1.229	2.216	1.546	0.26	0.25	0.21	0.28	1	0	0
Apr'02	167,255	70,781	33,622	65.00	70.00	1.14%	1.226	1.229	2.216	1.546	0.24	0.25	0.21	0.30	0	1	0
May'02	204,430	95,504	42,795	65.00	70.00	1.17%	1.226	1.229	2.216	1.546	0.22	0.32	0.18	0.28	0	1	0
Jun'02	190,576	83,365	44,360	65.00	75.00	1.44%	1.226	1.229	2.216	1.546	0.23	0.32	0.18	0.27	0	1	0
Jul'02	250,608	105,299	48,420	65.00	75.00	1.03%	1.226	1.229	2.216	1.546	0.19	0.34	0.18	0.29	0	0	1
Aug'02	193,590	101,185	52,387	65.00	75.00	1.29%	1.226	1.229	2.216	1.546	0.17	0.35	0.17	0.31	0	0	1
Sep'02	250,207	116,877	55,433	65.00	77.00	2.30%	1.226	1.229	2.216	1.546	0.17	0.35	0.19	0.29	0	0	1
Oct'02	283,032	130,416	56,911	65.00	77.00	2.29%	1.226	1.229	2.216	1.546	0.19	0.35	0.18	0.28	0	0	0
Nov'02	280,818	141,957	52,460	65.00	77.00	1.61%	1.226	1.229	2.216	1.546	0.17	0.34	0.18	0.31	0	0	0
Dec'02	203,549	107,657	49,664	65.00	85.00	1.43%	1.226	1.229	2.216	1.546	0.17	0.34	0.18	0.31	0	0	0
Jan '03	250,326	138,694	47,681	65.00	87.00	1.50%	1.078	1.249	1.866	1.413	0.19	0.33	0.18	0.30	1	0	0
Feb'03	240,419	130,275	46,498	65.00	87.00	1.82%	1.078	1.249	1.866	1.413	0.19	0.33	0.17	0.31	1	0	0
Mar'03	294,028	161,505	53,750	65.00	85.00	1.80%	1.078	1.249	1.866	1.413	0.20	0.34	0.17	0.29	1	0	0
Apr'03	236,061	129,975	48,267	66.00	88.00	1.89%	1.078	1.249	1.866	1.413	0.20	0.31	0.18	0.31	0	1	0
May'03	290,796	167,963	49,901	66.00	88.00	2.09%	1.078	1.249	1.866	1.413	0.20	0.32	0.17	0.31	0	1	0
Jun'03	294,899	172,678	58,830	66.00	84.00	1.86%	1.078	1.249	1.866	1.413	0.19	0.33	0.18	0.30	0	1	0
Jul'03	285,072	171,554	60,543	65.00	80.00	1.89%	1.078	1.249	1.866	1.413	0.19	0.35	0.16	0.30	0	0	1
Aug'03	222,363	128,260	53,246	63.00	80.00	1.82%	1.078	1.249	1.866	1.413	0.18	0.36	0.15	0.31	0	0	1
Sep'03	247,614	151,322	63,646	63.00	80.00	1.76%	1.078	1.249	1.866	1.413	0.19	0.37	0.17	0.27	0	0	1
Oct'03	282,292	173,547	63,686	63.00	75.00	1.54%	1.078	1.249	1.866	1.413	0.20	0.36	0.17	0.27	0	0	0
Nov'03	267,836	168,482	62,570	63.00	73.00	1.96%	1.078	1.249	1.866	1.413	0.23	0.34	0.17	0.26	0	0	0
Dec'03	256,640	170,518	65,903	63.00	70.00	1.89%	1.078	1.249	1.866	1.413	0.27	0.32	0.17	0.24	0	0	0

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ตั้งแต่ปี 2547 – 2548

Month	Dependent Variable	Independent Variable																
	ปริมาณการสารเคมี	ยอดการผลิตเบาะรถยนต์	ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ	Polyol Price	TDI Price	%Reject	น้ำหนักของชิ้นงาน (kgs/pcs.)				สัดส่วนการขายชิ้นงาน (%)				ระยะเวลา		
	(Kilograms/month)	(Pcs./month)	(Carsets/month)	(Baht/kg)	(Baht/kg)	(%)	F/C	F/B	R/C	R/B	F/C	F/B	R/C	R/B	QTR 1	QTR 2	QTR 3
	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}
Jan '04	280,405	156,672	58,240	68.00	72.00	1.94%	1.136	1.246	1.893	1.471	0.28	0.30	0.17	0.25	1	0	0
Feb'04	289,620	172,755	66,134	68.00	72.00	2.32%	1.136	1.246	1.893	1.471	0.26	0.32	0.18	0.24	1	0	0
Mar'04	337,016	178,656	74,645	68.00	72.00	2.38%	1.136	1.246	1.893	1.471	0.28	0.32	0.17	0.23	1	0	0
Apr'04	268,431	133,494	61,064	69.00	74.00	2.00%	1.136	1.246	1.893	1.471	0.28	0.34	0.15	0.23	0	1	0
May'04	312,051	199,901	71,288	69.00	74.00	1.59%	1.136	1.246	1.893	1.471	0.27	0.34	0.16	0.23	0	1	0
Jun'04	302,287	201,500	74,153	69.00	75.00	2.11%	1.136	1.246	1.893	1.471	0.28	0.33	0.16	0.23	0	1	0
Jul'04	301,758	174,478	63,704	69.00	77.00	2.32%	1.136	1.246	1.893	1.471	0.29	0.33	0.16	0.22	0	0	1
Aug'04	281,748	132,039	59,527	70.00	80.00	2.45%	1.136	1.246	1.893	1.471	0.31	0.34	0.16	0.19	0	0	1
Sep'04	345,770	171,313	65,728	78.00	82.00	2.68%	1.136	1.246	1.893	1.471	0.35	0.37	0.12	0.16	0	0	1
Oct'04	407,669	206,284	83,366	90.00	85.00	2.61%	1.136	1.246	1.893	1.471	0.36	0.37	0.12	0.15	0	0	0
Nov'04	380,418	205,710	84,344	100.00	90.00	2.81%	1.136	1.246	1.893	1.471	0.38	0.37	0.12	0.13	0	0	0
Dec'04	361,288	187,659	82,093	110.00	90.00	1.95%	1.136	1.246	1.893	1.471	0.38	0.37	0.12	0.13	0	0	0
Jan '05	387,083	244,105	70,368	120.00	92.00	2.41%	1.189	1.282	2.371	1.669	0.37	0.36	0.11	0.16	1	0	0
Feb'05	321,147	220,685	71,247	122.00	92.00	1.68%	1.189	1.282	2.371	1.669	0.36	0.37	0.12	0.15	1	0	0
Mar'05	509,533	344,602	90,591	122.00	94.00	1.38%	1.189	1.282	2.371	1.669	0.36	0.38	0.11	0.15	1	0	0
Apr'05	298,390	191,081	73,255	123.00	96.00	1.96%	1.189	1.282	2.371	1.669	0.36	0.38	0.11	0.15	0	1	0
May'05	414,459	263,366	83,573	123.00	96.00	2.26%	1.189	1.282	2.371	1.669	0.34	0.38	0.12	0.16	0	1	0
Jun'05	381,554	290,410	90,732	122.00	100.00	1.95%	1.189	1.282	2.371	1.669	0.35	0.39	0.11	0.15	0	1	0
Jul'05	439,891	271,796	83,881	122.00	100.00	2.24%	1.189	1.282	2.371	1.669	0.35	0.40	0.11	0.14	0	0	1
Aug'05	439,516	270,271	91,870	122.00	102.00	1.84%	1.189	1.282	2.371	1.669	0.36	0.38	0.11	0.15	0	0	1
Sep'05	532,834	324,852	98,958	123.00	102.00	2.31%	1.189	1.282	2.371	1.669	0.36	0.38	0.11	0.15	0	0	1
Oct'05	536,108	343,605	92,400	126.00	105.00	2.65%	1.189	1.282	2.371	1.669	0.35	0.40	0.11	0.14	0	0	0
Nov'05	576,144	354,959	103,911	130.00	105.00	2.57%	1.189	1.282	2.371	1.669	0.35	0.40	0.11	0.14	0	0	0
Dec'05	533,959	320,566	87,970	130.00	105.00	3.35%	1.189	1.282	2.371	1.669	0.36	0.40	0.11	0.13	0	0	0

4.2 แบบจำลองปริมาณการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์

จากขั้นตอนการขั้นเลือกตัวแปร เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดปัญหา Multicollinearity นั่นก็คือการที่ตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันเอง ดังนั้นเพื่อขจัดปัญหาเหล่านี้จึงทำการคัดเลือกตัวแปรอิสระทุกตัวที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามเข้าสมการถดถอย จากตัวแปรอิสระทั้งหมด 16 ตัว ถ้าตัวแปรอิสระที่นำเข้ามาไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามก็จะถูกตัดออกจากสมการครั้งละ 1 ตัว จนกว่าจะได้สมการที่เหมาะสม เรียกวิธีนี้ว่า Backward ซึ่งจากการใช้วิธี Backward ให้มีการคัดเลือกตัวแปรอิสระเพื่อออกจากแบบจำลอง 9 รูปแบบ ดังนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลของตัวแปรอิสระที่นำเข้าสมการถดถอยโดยวิธี Backward

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Qtr 3, W R/B, Production, % Reject, Qtr 1, Qtr 2, % F/C, TDI Price, % F/B, W F/C, W F/B, % R/C, CAR, Polyol Price, W R/C(a)	.	Enter
2	.	W R/C	Backward (criterion: Probability of F-to-remove >= .050).
3	.	% R/C	Backward (criterion: Probability of F-to-remove >= .050).
4	.	Qtr 2	Backward (criterion: Probability of F-to-remove >= .050).
5	.	Qtr 3	Backward (criterion: Probability of F-to-remove >= .050).
6	.	% F/B	Backward (criterion: Probability of F-to-remove >= .050).
7	.	% F/C	Backward (criterion: Probability of F-to-remove >= .050).
8	.	Qtr 1	Backward (criterion: Probability of F-to-remove >= .050).
9	.	Polyol Price	Backward (criterion: Probability of F-to-remove >= .050).

โดยแต่ละขั้นตอนการ Backward จะได้ค่า R^2 และ Adjusted R^2 ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงข้อมูล R^2 และ Adjusted R^2 ของตัวแปรอิสระ

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.985(a)	.971	.963	22690.47892	.971	124.613	15	56	.000	
2	.985(b)	.971	.964	22495.51672	.000	.025	1	56	.876	
3	.985(c)	.971	.964	22325.73724	.000	.128	1	57	.722	
4	.985(d)	.971	.965	22162.02961	.000	.138	1	58	.712	
5	.985(e)	.971	.965	22039.91674	.000	.341	1	59	.562	
6	.985(f)	.970	.965	22080.66752	-.001	1.226	1	60	.273	
7	.985(g)	.969	.965	22114.04229	-.001	1.188	1	61	.280	
8	.984(h)	.968	.964	22266.38082	-.001	1.871	1	62	.176	
9	.984(i)	.968	.964	22376.76448	-.001	1.636	1	63	.206	1.525

a) Predictors: (Constant), Qtr 3, W R/B, Production, % Reject, Qtr 1, Qtr 2, % F/C, TDI Price, % F/B, W F/C, W F/B, % R/C, CAR, Polyol Price, W R/C

b) Predictors: (Constant), Qtr 3, W R/B, Production, % Reject, Qtr 1, Qtr 2, % F/C, TDI Price, % F/B, W F/C, W F/B, % R/C, CAR, Polyol Price

c) Predictors: (Constant), Qtr 3, W R/B, Production, % Reject, Qtr 1, Qtr 2, % F/C, TDI Price, % F/B, W F/C, W F/B, CAR, Polyol Price

d) Predictors: (Constant), Qtr 3, W R/B, Production, % Reject, Qtr 1, % F/C, TDI Price, % F/B, W F/C, W F/B, CAR, Polyol Price

e) Predictors: (Constant), W R/B, Production, % Reject, Qtr 1, % F/C, TDI Price, % F/B, W F/C, W F/B, CAR, Polyol Price

f) Predictors: (Constant), W R/B, Production, % Reject, Qtr 1, % F/C, TDI Price, W F/C, W F/B, CAR, Polyol Price

g) Predictors: (Constant), W R/B, Production, % Reject, Qtr 1, TDI Price, W F/C, W F/B, CAR, Polyol Price

h) Predictors: (Constant), W R/B, Production, % Reject, TDI Price, W F/C, W F/B, CAR, Polyol Price

i) Predictors: (Constant), W R/B, Production, % Reject, TDI Price, W F/C, W F/B, CAR

j) Dependent Variable: Polyol+ISO

จากการพิจารณาจากค่า Adjusted R^2 ของทั้ง 9 รูปแบบ จะเห็นได้ว่ามีอยู่ 4 รูปแบบด้วยกันที่มีค่า Adjusted R^2 สูงสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.965 ได้แก่ รูปแบบจำลองที่ 4 , 5 , 6 และ 7 สามารถแสดงเป็นรูปแบบจำลองความต้องการสารเคมีหลักในการผลิตรถยนต์ได้ดังนี้

รูปแบบจำลองที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปรอิสระทั้งหมด 12 ตัวแปร

รูปแบบจำลอง $Y = -1480929.07 + 0.93X_1 + 1.40X_2 - 1610.59X_3 + 2494.66X_4 + 1076327.61X_5 + 569061.07X_6 + 796506.13X_7 - 230981.07X_9 + 185475.63X_{10} + 218809.33X_{11} + 8888.54X_{14} - 3998.19X_{16}$

รูปแบบจำลองที่ 5 ประกอบด้วยตัวแปรอิสระทั้งหมด 11 ตัวแปร

รูปแบบจำลอง $Y = -1427203.64 + 0.94X_1 + 1.40X_2 - 1530.28X_3 + 2464.59X_4 + 1008541.24X_5 + 562563.80X_6 + 768035.37X_7 - 234721.79X_9 + 180030.44X_{10} + 194557.61X_{11} + 9890.91X_{14}$

รูปแบบจำลองที่ 6 ประกอบด้วยตัวแปรอิสระทั้งหมด 10 ตัวแปร

รูปแบบจำลอง $Y = -1236128.83 + 0.89X_1 + 1.71X_2 - 1112.18X_3 + 2417.18X_4 + 1175509.80X_5 + 545388.34X_6 + 679270.27X_7 - 248200.94X_9 + 104645.12X_{10} + 8723.55X_{14}$

รูปแบบจำลองที่ 7 ประกอบด้วยตัวแปรอิสระทั้งหมด 9 ตัวแปร

รูปแบบจำลอง $Y = -1091274.26 + 0.85X_1 + 1.84X_2 - 674.68X_3 + 2033.01X_4 + 1368100.97X_5 + 502694.68X_6 + 596956.87X_7 - 230715.98X_9 + 8950.89X_{14}$

โดยที่ Y คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย กิโลกรัมต่อเดือน

X_1 คือ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย ชิ้นต่อเดือน

X_2 คือ ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ หน่วย คันต่อเดือน

X_3 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol หน่วย บาท

X_4 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate หน่วย บาท

X_5 คือ สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต หน่วย ร้อยละ

X_6 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion หน่วย กิโลกรัม

X_7 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back หน่วย กิโลกรัม

X_8 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion หน่วย กิโลกรัม

X_9 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back หน่วย กิโลกรัม

X_{10} คือ สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion หน่วย ร้อยละ

X_{11} คือ สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back หน่วย ร้อยละ

X_{12} คือ สัดส่วนการขายชิ้นงาน Rear Seat Cushion หน่วย ร้อยละ

X_{14} คือ ไตรมาสที่ 1 : $X_{14} = 1$ เมื่อข้อมูลอยู่ในไตรมาสที่ 1

$X_{14} = 0$ เมื่อข้อมูลไม่อยู่ในไตรมาสที่ 1

X_{15} คือ ไตรมาสที่2 : $X_{15} = 1$ เมื่อข้อมูลอยู่ในไตรมาสที่ 2

$X_{15} = 0$ เมื่อข้อมูลไม่อยู่ในไตรมาสที่ 2

X_{16} คือ ไตรมาสที่ 3 : $X_{16} = 1$ เมื่อข้อมูลอยู่ในไตรมาสที่ 3

$X_{16} = 0$ เมื่อข้อมูลไม่อยู่ในไตรมาสที่ 3

เมื่อ X_{14},X_{15} และ X_{16} ทุกตัวเท่ากับ 0 แสดงว่าข้อมูลอยู่ในช่วงไตรมาสที่ 4

ซึ่งค่าสถิติต่างๆที่ได้จากแบบจำลองแต่ละประเภทแสดงในตารางแสดงค่าสถิติของรูปแบบจำลองโดยวิธี Enter

4.3 การวิเคราะห์แบบจำลองที่ 4 เมื่อตัวแปรอิสระคือX_1 , X_2 , X_3 , X_4 , X_5 , X_6 , X_7 , X_9 , X_{10},X_{11} ,X_{14} และX_{16}

จากรูปแบบจำลองที่4 จะได้สมการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ 12 ตัวได้แก่ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back , สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion ,สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back ,ไตรมาสที่ 1 และไตรมาสที่ 3 จากการทดสอบทางสถิติของสมการอธิบายได้ดังนี้

R – Square พบว่าตัวแปรตาม (Y) คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะ

รถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ ทั้ง 12 ตัว โดยสามารถใช้ค่า Adjusted R – Square อธิบายได้ร้อยละ 96.48

4.3.1 การทดสอบค่าทางสถิติแบบจำลองที่ 4

Significant F พบว่าค่า Significant F เท่ากับ 1.45e-40 ซึ่ง F มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ($H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \ldots = \beta_i = 0$) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นั่นคือมี $\beta_i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า

T – Statistic และ **Significant T** ซึ่งเป็นการทดสอบว่า สัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

สำหรับตัวแปรอิสระ X_i ; เมื่อ ***i=1,2,3,4,5,6,7,9,10,11,14,16***

จากสมมุติฐาน $\mathbf{H_0}$: $\beta_i = 0$

$\mathbf{H_1}$: $\beta_i \neq 0$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ ถ้า $| t | > t_{1-\alpha/2}$ หรือ Sig t $< \alpha = 0.05$

เมื่อทดสอบ ปรากฏว่า β_i ; เมื่อ i=1,2,3,4,6,7,9 $\neq 0$ แสดงว่า ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate, น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion และ น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back จะมีความสัมพันธ์กับยอดการเบาะรถยนต์ในรูปแบบเชิงเส้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

และ β_i ; เมื่อ i=5,10,11,14,16 = 0 แสดงว่า สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต, สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion ,สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back ,ไตรมาสที่ 1และไตรมาสที่ 3 ที่ไม่สามารถประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ได้ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จะเห็นได้ว่าปัจจัยทั้ง 7 ปัจจัย มีความสัมพันธ์กับปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ในระดับที่สูงมาก โดยมีค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.97076 และสามารถร่วมกันประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ได้ร้อยละ 96.48 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์แบบจำลองที่ 4

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Result
		B	Std. Error	Beta			
	(Constant)	-1480929.07	408295.0		-3.627	0.001	<0.05
X16	Qtr 3	-3998.19	6850.6	-0.015	-0.584	0.562	0.562
X9	W R/B	-230981.07	59050.6	-0.229	-3.912	0.000	<0.05
X1	Production	0.93	0.1	0.616	6.265	0.000	<0.05
X5	% Reject	1076327.61	699603.7	0.048	1.538	0.129	0.129
X14	Qtr 1	8888.54	6864.8	0.033	1.295	0.200	0.200
X10	% F/C	185475.63	118591.2	0.095	1.564	0.123	0.123
X4	TDI Price	2494.66	807.2	0.204	3.091	0.003	<0.05
X11	% F/B	218809.33	181522.1	0.075	1.205	0.233	0.233
X6	W F/C	569061.07	127645.1	0.338	4.458	0.000	<0.05
X7	W F/B	796506.13	247251.8	0.279	3.221	0.002	<0.05
X2	CAR	1.40	0.6	0.265	2.416	0.019	<0.05
X3	Polyol Price	-1610.59	722.6	-0.317	-2.229	0.030	<0.05

a)Dependent Variable: Polyol+ISO

$R = 0.98527$ $R^2 = 0.97076$ R^2adjested $= 0.96481$; $F = 163.2585$

แบบจำลองเพื่อการประมาณการใช้สารเคมีหลักที่ใช้ในการผลิตเบาะรถยนต์ เมื่อนำปัจจัยทุกปัจจัยเข้าสมการได้ดังนี้

$$Y = -727236 + 0.886 X_1 + 1.77 X_2 - 406 X_3 + 1893 X_4 + 432355 X_6 + 373222 X_7 - 221583 X_9$$

โดยที่ **Y** คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย กิโลกรัมต่อเดือน

X_1 คือ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย ชิ้นต่อเดือน

X_2 คือ ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ หน่วย คันต่อเดือน

X_3 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol หน่วย บาท

X_4 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate หน่วย บาท

X_6 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion หน่วย กิโลกรัม

X_7 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back หน่วย กิโลกรัม

X_9 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back หน่วย กิโลกรัม

และ

$$52{,}232 \leq X_1 \leq 354{,}959$$

$$26{,}919 \leq X_2 \leq 109{,}881$$

$$60 \leq X_3 \leq 130$$

$$70 \leq X_4 \leq 105$$

$$1.08 \leq X_6 \leq 1.28$$

$$1.16 \leq X_7 \leq 1.28$$

$$1.41 \leq X_9 \leq 1.76$$

4.3.2 การตรวจสอบสมมติฐานการวิเคราะห์การถดถอยของแบบจำลองที่ 4

1. การตรวจสอบว่า E(e) = 0

จากทดสอบสมมติฐาน

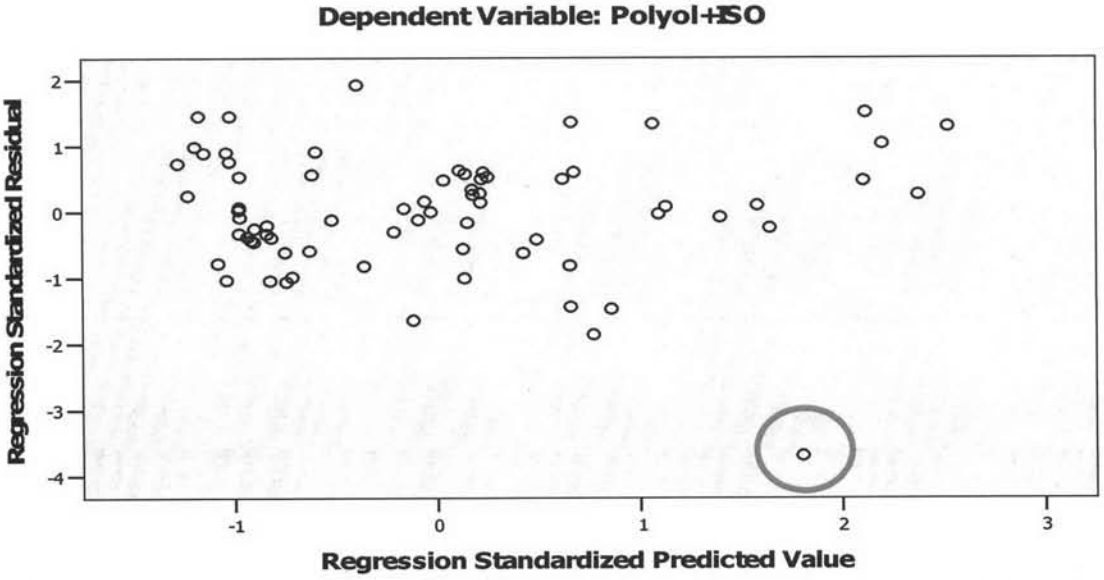
H_0 : E(e) = 0

H_1 : E(e) $\neq$ 0

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า Sig $< \alpha = 0.05$

เมื่อค่า Sig ที่ได้เท่ากับ 0.9999> α จึงยอมรับ H_0 นั่นคือ E(e) = 0 แสดงว่า ปริมาณการใช้สารเคมีหลักที่คำนวณจากสมการ Y = - 727236 + 0.886 X_1+ 1.77 X_2- 406 X_3+ 1893 X_4 + 432355 X_6 + 373222 X_7- 221583 X_9 โดยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างของ Y และ $\overline{Y}$ มีค่าต่ำมากหรือใกล้เคียงศูนย์มาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนE(e) ของรูปแบบจำลองมีค่าเท่ากับศูนย์

2. การตรวจสอบว่า V(e) = σ^2=ค่าคงที่



รูปที่ 4.1กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานแบบจำลองที่ 4

จากรูปที่ 4.1แสดง ค่าปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ที่คำนวณจากสมการ ($\overline{Y}$) ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ซึ่งจะเห็นว่า V(e) มีค่าเท่ากับค่าคงที่

ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งจะเรียกว่า Homoscedastic นั่นคือไม่เกิดปัญหา Heteroscedastic มีเพียงจุดเดียวที่ผิดปกติซึ่งคาดว่าเกิดจากความผิดพลาดในการเก็บข้อมูล

3. การตรวจสอบว่า e_iและ e_j เป็นอิสระต่อกัน

$\mathbf{H_0}$: ค่าคลาดเคลื่อน e_iและ e_jเป็นอิสระต่อกัน

$\mathbf{H_1}$: ค่าคลาดเคลื่อน e_iและ e_jไม่เป็นอิสระต่อกัน

ใช้สถิติทดสอบ Durbin – Watson จากตารางแสดงการคำนวณค่าสถิติ Durbin – Watson โดยค่า d ที่ให้มีค่าเท่ากับ 1.646 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 2 หรืออยู่ระหว่าง 1.5 และ 2.5 จึงยอมรับ $\mathbf{H_0}$ นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อน e_iและ e_jเป็นอิสระต่อกัน

4. การตรวจสอบว่า e_t มีการแจกแจงปกติ

ตารางที่4.7 Tests of Normality ของแบบจำลองที่ 4

	Kolmogorov-Smirnov(a)		
	Statistic	df	Sig.
Unstandardized Residual	0.071769108	72	0.2

* This is a lower bound of the true significance.
a Lilliefors Significance Correction

โดยการใช้วิธี Kolmogorov – Smirnov Test เพื่อทดสอบสมการการกระจายของ e_t ซึ่งค่าสถิติ Sig = 0.2 ซึ่งมีค่ามากกว่า α = 0.05 จึงทำให้ยอบรับสมมติฐาน H_0 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าe_t มีการแจกแจงปกติ

4.4 การวิเคราะห์แบบจำลองที่ 5 เมื่อตัวแปรอิสระคือ X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , X_5 , X_6 , X_7 , X_9 , X_{10} , X_{11} และ X_{14}

จากรูปแบบจำลองที่5 จะได้สมการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ 11 ตัวได้แก่ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back , สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion ,สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back และไตรมาสที่ 1 จากการทดสอบทางสถิติของสมการอธิบายได้ดังนี้

R – Square พบว่าตัวแปรตาม (Y) คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะ

รถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ ทั้ง 11 ตัว โดยสามารถใช้ค่า Adjusted R – Square อธิบายได้ร้อยละ 96.52

4.4.1 การทดสอบค่าทางสถิติแบบจำลองที่ 5

Significant F พบว่าค่า Significant F เท่ากับ 1.242e-41ซึ่ง F มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ($H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \ldots = \beta_i = 0$) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นั่นคือมี $\beta_i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า

T – Statistic และ **Significant T** ซึ่งเป็นการทดสอบว่า สัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

สำหรับตัวแปรอิสระ X_i ; เมื่อ ***i=1,2,3,4,5,6,7,9,10,11,14,16***

จากสมมุติฐาน $\mathbf{H_0}$: $\beta_i = 0$

$\mathbf{H_1}$: $\beta_i \neq 0$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ ถ้า $| t | > t_{1-\alpha/2}$ หรือ Sig t $< \alpha = 0.05$

เมื่อทดสอบ ปรากฏว่า β_i ; เมื่อ i=1,2,3,4,6,7,9 $\neq 0$ แสดงว่า ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate, น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion และ น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back จะมีความสัมพันธ์กับยอดการเบาะรถยนต์ในรูปแบบเชิงเส้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

และ β_i ; เมื่อ i=5,10,11,14 = 0 แสดงว่า สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต, สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion ,สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back และไตรมาสที่ 1 ที่ไม่สามารถประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ได้ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จะเห็นได้ว่าปัจจัยทั้ง 7 ปัจจัย มีความสัมพันธ์กับปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ในระดับที่สูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.97059 และสามารถร่วมกันประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ได้ร้อยละ 96.52 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์แบบจำลองที่ 5

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Result
		B	Std. Error	Beta			
	(Constant)	-1427203.64	395590.6		-3.608	0.001	<0.05
X9	W R/B	-234721.79	58378.3	-0.233	-4.021	0.000	<0.05
X1	Production	0.94	0.1	0.620	6.354	0.000	<0.05
X5	% Reject	1008541.24	686093.8	0.045	1.470	0.147	0.147
X14	Qtr 1	9890.91	6609.9	0.037	1.496	0.140	0.140
X10	% F/C	180030.44	117572.2	0.092	1.531	0.131	0.131
X4	TDI Price	2464.59	801.1	0.202	3.077	0.003	<0.05
X11	% F/B	194557.61	175728.3	0.067	1.107	0.273	0.273
X6	W F/C	562563.80	126458.1	0.335	4.449	0.000	<0.05
X7	W F/B	768035.37	241056.1	0.269	3.186	0.002	<0.05
X2	CAR	1.40	0.6	0.264	2.426	0.018	<0.05
X3	Polyol Price	-1530.28	705.5	-0.302	-2.169	0.034	<0.05

a)Dependent Variable: Polyol+ISO

$R = 0.98518$ $R^2 = 0.97059$ R^2adjested $= 0.96520$; $F = 180.0479$

แบบจำลองเพื่อการประมาณการใช้สารเคมีหลักที่ใช้ในการผลิตเบาะรถยนต์ เมื่อนำปัจจัยทุกปัจจัยเข้าสมการได้ดังนี้

$$Y = -727236 + 0.886 X_1 + 1.77 X_2 - 406 X_3 + 1893 X_4 + 432355 X_6 + 373222 X_7 - 221583 X_9$$

โดยที่ **Y** คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย กิโลกรัมต่อเดือน

X_1 คือ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย ชิ้นต่อเดือน

X_2 คือ ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ หน่วย คันต่อเดือน

X_3 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol หน่วย บาท

X_4 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate หน่วย บาท

X_6 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion หน่วย กิโลกรัม

X_7 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back หน่วย กิโลกรัม

X_9 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back หน่วย กิโลกรัม

และ

$$52{,}232 \leq X_1 \leq 354{,}959$$

$$26{,}919 \leq X_2 \leq 109{,}881$$

$$60 \leq X_3 \leq 130$$

$$70 \leq X_4 \leq 105$$

$$1.08 \leq X_6 \leq 1.28$$

$$1.16 \leq X_7 \leq 1.28$$

$$1.41 \leq X_9 \leq 1.76$$

4.4.2 การตรวจสอบสมมติฐานการวิเคราะห์การถดถอยของแบบจำลองที่ 5

1. การตรวจสอบว่า E(e) = 0

จากทดสอบสมมติฐาน

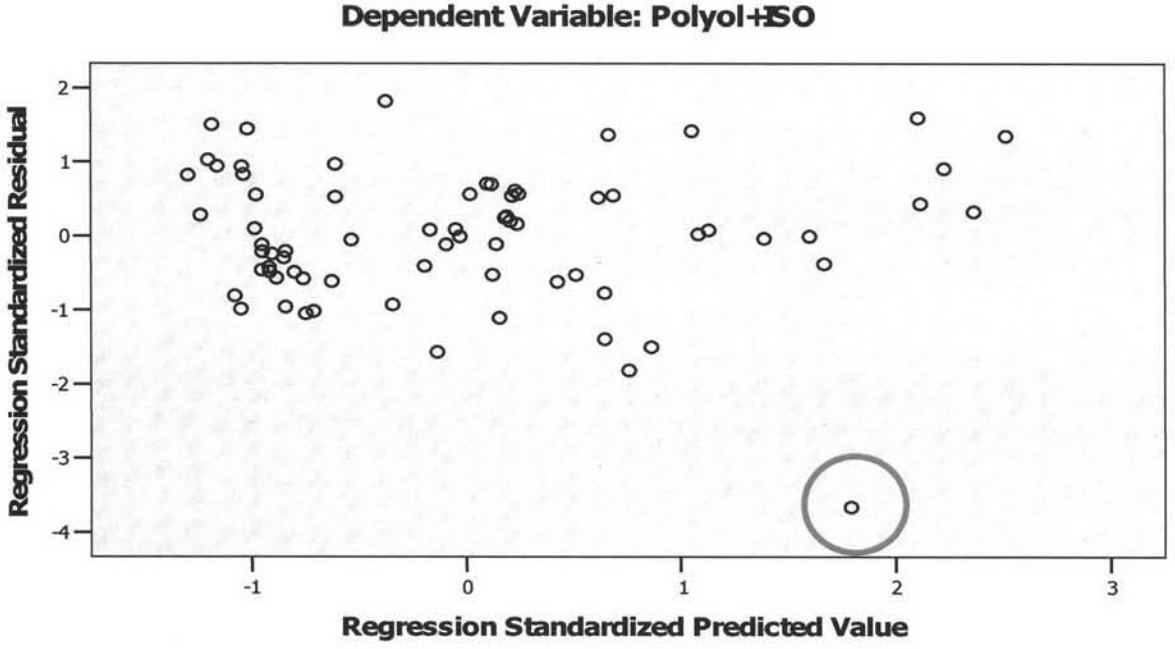
H_0 : E(e) = 0

H_1 : E(e) $\neq$ 0

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า Sig $< \alpha = 0.05$

เมื่อค่า Sig ที่ได้เท่ากับ 0.9999$> \alpha$ จึงยอมรับ H_0 นั่นคือ E(e) = 0 แสดงว่า ปริมาณการใช้สารเคมีหลักที่คำนวณจากสมการ Y = - 727236 + 0.886 X_1+ 1.77 X_2- 406 X_3+ 1893 X_4+ 432355 X_6+ 373222 X_7 - 221583 X_9 โดยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างของ Y และ $\overline{Y}$ มีค่าต่ำมากหรือใกล้เคียงศูนย์มาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนE(e) ของรูปแบบจำลองมีค่าเท่ากับศูนย์

2. การตรวจสอบว่า V(e) = σ^2=ค่าคงที่



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบจำลองที่ 5

จากรูปที่ 4.2 แสดง ค่าปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ที่คำนวณจากสมการ ($\overline{Y}$) ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ซึ่งจะเห็นว่า V(e) มีค่าเท่ากับค่าคงที่ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งจะเรียกว่า Homoscedastic นั่นคือไม่เกิดปัญหา Heteroscedastic มีเพียงจุดเดียวที่ผิดปกติซึ่งคาดว่าเกิดจากความผิดพลาดในการเก็บข้อมูล

3. การตรวจสอบว่า e_iและ e_j เป็นอิสระต่อกัน

$\mathbf{H_0}$: ค่าคลาดเคลื่อน e_iและ e_jเป็นอิสระต่อกัน

$\mathbf{H_1}$: ค่าคลาดเคลื่อน e_iและ e_jไม่เป็นอิสระต่อกัน

ใช้สถิติทดสอบ Durbin – Watson จากตารางแสดงการคำนวณค่าสถิติ Durbin – Watson โดยค่า d ที่ให้มีค่าเท่ากับ 1.600 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 2 หรืออยู่ระหว่าง 1.5 และ 2.5 จึงยอมรับ $\mathbf{H_0}$ นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อน e_iและ e_jเป็นอิสระต่อกัน

4. การตรวจสอบว่า e_t มีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4.9 Tests of Normalityแบบจำลองที่ 5

	Kolmogorov-Smirnov(a)		
	Statistic	df	Sig.
Unstandardized Residual	0.06933	72	0.2

* This is a lower bound of the true significance.
a Lilliefors Significance Correction

โดยการใช้วิธี Kolmogorov – Smirnov Test เพื่อทดสอบสมการการกระจายของ e_t ซึ่งค่าสถิติ Sig = 0.2 ซึ่งมีค่ามากกว่า α = 0.05 จึงทำให้ยอบรับสมมติฐาน H_0 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าe_t มีการแจกแจงปกติ

4.5 การวิเคราะห์แบบจำลองที่ 6 เมื่อตัวแปรอิสระคือ $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_9, X_{10}$ และX_{14}

จากรูปแบบจำลองที่6 จะได้สมการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ 10 ตัวได้แก่ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back , สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion และไตรมาสที่ 1 จากการทดสอบทางสถิติของสมการอธิบายได้ดังนี้

R – Square พบว่าตัวแปรตาม (Y) คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ ทั้ง 10 ตัว โดยสามารถใช้ค่า Adjusted R – Square อธิบายได้ร้อยละ 96.507

4.5.1 การทดสอบค่าทางสถิติแบบจำลองที่ 6

Significant F พบว่าค่า Significant F เท่ากับ 1.57e-42ซึ่ง F มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ($H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \ldots = \beta_i = 0$) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นั่นคือมี $\beta_i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า

สำหรับตัวแปรอิสระ X_i ; เมื่อ i=1,2,3,4,5,6,7,9,10,14

จากสมมุติฐาน $\mathbf{H_0}$: $\beta_i = 0$

$\mathbf{H_1}$: $\beta_i \neq 0$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ ถ้า $|t| > t_{1-\alpha/2}$ หรือ Sig t $< \alpha = 0.05$

เมื่อทดสอบ ปรากฏว่า β_i ; เมื่อ i=1,2,4,6,7,9 $\neq 0$ แสดงว่า ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion , น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back และ น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back จะมีความสัมพันธ์กับยอดการเบาะรถยนต์ในรูปแบบเชิงเส้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

และ β_i ; เมื่อ i=3,5,10,14 = 0 แสดงว่า ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต, สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion และไตรมาสที่ 1 ที่ไม่สามารถประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ได้ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จะเห็นได้ว่าปัจจัยทั้ง 6 ปัจจัย มีความสัมพันธ์กับปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ในระดับที่สูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.96999 และสามารถร่วมกันประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ได้ร้อยละ 96.507 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์แบบจำลองที่6

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Result
		B	Std. Error	Beta			
	(Constant)	-1236128.83	356617.6		-3.466	0.001	<0.05
X9	W R/B	-248200.94	57200.3	-0.246	-4.339	0.000	<0.05
X1	Production	0.89	0.1	0.590	6.281	0.000	<0.05
X5	% Reject	1175509.80	670551.6	0.052	1.753	0.085	0.085
X14	Otr 1	8723.55	6537.3	0.032	1.334	0.187	0.187
X10	% F/C	104645.12	96026.2	0.054	1.090	0.280	0.280
X4	TDI Price	2417.18	801.4	0.198	3.016	0.004	<0.05
X6	W F/C	545388.34	125735.0	0.324	4.338	0.000	<0.05
X7	W F/B	679270.27	227752.9	0.238	2.982	0.004	<0.05
X2	CAR	1.71	0.5	0.324	3.419	0.001	<0.05
X3	Polyol Price	-1112.18	597.0	-0.219	-1.863	0.067	0.067

a)Dependent Variable: Polyol+ISO

$R = 0.98488$ $R^2 = 0.96999$ R^2adjested = 0.96507 ; $F = 197.2002$

แบบจำลองเพื่อการประมาณการใช้สารเคมีหลักที่ใช้ในการผลิตเบาะรถยนต์ เมื่อนำปัจจัยทุกปัจจัยเข้าสมการได้ดังนี้

$$Y = -570882 + 0.861 X_1 + 1.66 X_2 + 1464 X_4 + 383717 X_6 + 307590 X_7 - 224068 X_9$$

โดยที่ Y คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย กิโลกรัมต่อเดือน

X_1 คือ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย ชิ้นต่อเดือน

X_2 คือ ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ หน่วย คันต่อเดือน

X_4 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate หน่วย บาท

X_6 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion หน่วย กิโลกรัม

X_7 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back หน่วย กิโลกรัม

X_9 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back หน่วย กิโลกรัม

และ

$$52{,}232 \leq X_1 \leq 354{,}959$$

$$26{,}919 \leq X_2 \leq 109{,}881$$

$$70 \leq X_4 \leq 105$$

$$1.08 \leq X_6 \leq 1.28$$

$$1.16 \leq X_7 \leq 1.28$$

$$1.41 \leq X_9 \leq 1.76$$

4.5.2 การตรวจสอบสมมติฐานการวิเคราะห์การถดถอยของแบบจำลองที่ 6

1. การตรวจสอบว่า E(e) = 0

จากทดสอบสมมติฐาน

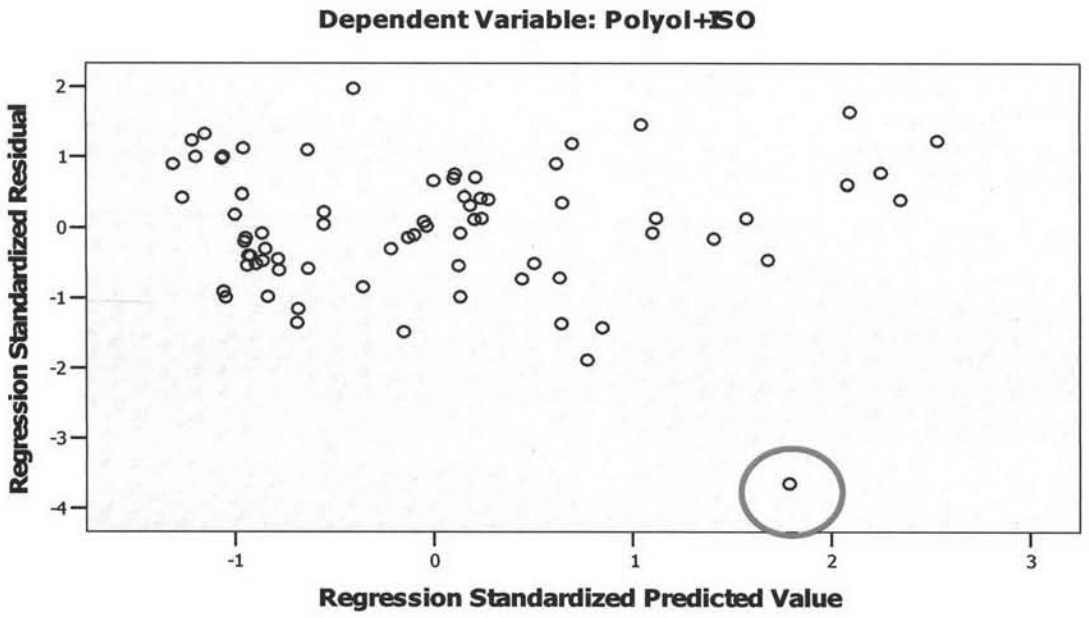
$\mathbf{H_0}$: E(e) = 0

$\mathbf{H_1}$: E(e) $\neq$ 0

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ $\mathbf{H_0}$ ถ้า Sig $< \alpha = 0.05$

เมื่อค่า Sig ที่ได้เท่ากับ 0.9999> α จึงยอมรับ $\mathbf{H_0}$ นั่นคือ E(e) = 0 แสดงว่า ปริมาณการใช้สารเคมีหลักที่คำนวณจากสมการ Y = - 570882 + 0.861 X_1 + 1.66 X_2 + 1464 X_4 + 383717 X_6 + 307590 X_7 - 224068 X_9 โดยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างของ Y และ $\overline{Y}$ มีค่าต่ำมากหรือใกล้เคียงศูนย์มาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนE(e) ของรูปแบบจำลองมีค่าเท่ากับศูนย์

2. การตรวจสอบว่า V(e) = σ^2=ค่าคงที่



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบจำลองที่ 6

จากกราฟแสดง ค่าปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ที่คำนวณจากสมการ ($\overline{Y}$) ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ซึ่งจะเห็นว่า V(e) มีค่าเท่ากับค่าคงที่ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งจะเรียกว่า Homoscedastic นั่นคือไม่เกิดปัญหา Heteroscedastic มีเพียงจุดเดียวที่

ผิดปกติซึ่งคาดว่าเกิดจากความผิดพลาดในการเก็บข้อมูล

3. การตรวจสอบว่า e_iและ e_j เป็นอิสระต่อกัน

$\mathbf{H_0}$: ค่าคลาดเคลื่อน e_iและ e_jเป็นอิสระต่อกัน

$\mathbf{H_1}$: ค่าคลาดเคลื่อน e_iและ e_jไม่เป็นอิสระต่อกัน

ใช้สถิติทดสอบ Durbin – Watson จากตารางแสดงการคำนวณค่าสถิติ Durbin – Watson โดยค่า d ที่ให้มีค่าเท่ากับ 1.5804 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 2 หรืออยู่ระหว่าง 1.5 และ 2.5 จึงยอมรับ $\mathbf{H_0}$ นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อน e_iและ e_jเป็นอิสระต่อกัน

4. การตรวจสอบว่า e_t มีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4.11 Tests of Normalityแบบจำลองที่ 6

	Kolmogorov-Smirnov(a)		
	Statistic	df	Sig.
Unstandardized Residual	0.06346	72	0.2

* This is a lower bound of the true significance.
a Lilliefors Significance Correction

โดยการใช้วิธี Kolmogorov – Smirnov Test เพื่อทดสอบสมการการกระจายของ e_t ซึ่งค่าสถิติ Sig = 0.2 ซึ่งมีค่ามากกว่า α = 0.05 จึงทำให้ยอบรับสมมติฐาน H_0 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าe_t มีการแจกแจงปกติ

4.6 การวิเคราะห์แบบจำลองที่ 7 เมื่อตัวแปรอิสระคือ X_1 , X_2, X_3, X_4 , X_5, X_6 , X_7, X_9 และX_{14}

จากรูปแบบจำลองที่ 7 จะได้สมการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ 9 ตัวได้แก่ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back และไตรมาสที่ 1 จากการทดสอบทางสถิติของสมการอธิบายได้ดังนี้

R – Square พบว่าตัวแปรตาม (Y) คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ ทั้ง 9 ตัว โดยสามารถใช้ค่า Adjusted R – Square อธิบายได้ร้อยละ 96.497

4.6.1 การทดสอบค่าทางสถิติแบบจำลองที่ 7

Significant F พบว่าค่า Significant F เท่ากับ 1.848e-43ซึ่ง F มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ($H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \ldots = \beta_i = 0$) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นั่นคือมี $\beta_i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า

สำหรับตัวแปรอิสระ X_i ; เมื่อ i=1,2,3,4,5,6,7,9,14

จากสมมุติฐาน H_0 : $\beta_i = 0$

H_1 : $\beta_i \neq 0$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ ถ้า $|t| > t_{1-\infty/2}$ หรือ Sig $t < \alpha = 0.05$

เมื่อทดสอบ ปรากฏว่า β_i ; เมื่อ i=1,2,4,5,6,7,9 $\neq 0$ แสดงว่า ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate,สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต, น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back และ น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back จะมีความสัมพันธ์กับยอดการเบาะรถยนต์ในรูปแบบเชิงเส้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

และ β_i ; เมื่อ i=3,14 = 0 แสดงว่า ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol และไตรมาสที่ 1 ที่ไม่สามารถประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ได้ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จะเห็นได้ว่าปัจจัยทั้ง 7 ปัจจัย มีความสัมพันธ์กับปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ในระดับที่สูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.96941 และสามารถร่วมกันประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ได้ร้อยละ 96.497 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์แบบจำลองที่7

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Result
		B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	-1091274.26	331419.1		-3.293	0.002	<0.05
X9	W R/B	-230715.98	54986.8	-0.229	-4.196	0.000	<0.05
X1	Production	0.85	0.1	0.561	6.221	0.000	<0.05
X5	% Reject	1368100.97	647821.1	0.061	2.112	0.039	<0.05
X14	Qtr 1	8950.89	6543.8	0.033	1.368	0.176	0.176
X4	TDI Price	2033.01	720.8	0.166	2.821	0.006	<0.05
X6	W F/C	502694.68	119656.2	0.299	4.201	0.000	<0.05
X7	W F/B	596956.87	215187.6	0.209	2.774	0.007	<0.05
X2	CAR	1.84	0.5	0.349	3.789	0.000	<0.05
X3	Polyol Price	-674.68	442.5	-0.133	-1.525	0.132	0.132

a)Dependent Variable: Polyol+ISO

$R = 0.98458$ $R^2 = 0.96941$ R^2adjested $= 0.96497$; $F = 218.3189$

แบบจำลองเพื่อการประมาณการใช้สารเคมีหลักที่ใช้ในการผลิตเบาะรถยนต์ เมื่อนำปัจจัยทุกปัจจัยเข้าสมการได้ดังนี้

$$Y = -855560 + 0.834 X_1 + 1.50 X_2 + 1251 X_4 + 1239346 X_5 + 413250 X_6 + 521877 X_7 - 229264 X_9$$

โดยที่ **Y** คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย กิโลกรัมต่อเดือน

$\mathbf{X_1}$ คือ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย ชิ้นต่อเดือน

$\mathbf{X_2}$ คือ ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ หน่วย คันต่อเดือน

$\mathbf{X_4}$ คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate หน่วย บาท

$\mathbf{X_5}$ คือ สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต หน่วย ร้อยละ

$\mathbf{X_6}$ คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion หน่วย กิโลกรัม

$\mathbf{X_7}$ คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back หน่วย กิโลกรัม

$\mathbf{X_9}$ คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back หน่วย กิโลกรัม

และ

52,232	$\leq \mathbf{X_1} \leq$	354,959
26,919	$\leq \mathbf{X_2} \leq$	109,881
70	$\leq \mathbf{X_4} \leq$	105
1.03%	$\leq \mathbf{X_5} \leq$	3.85%
1.08	$\leq \mathbf{X_6} \leq$	1.28
1.16	$\leq \mathbf{X_7} \leq$	1.28
1.41	$\leq \mathbf{X_9} \leq$	1.76

4.6.2 การตรวจสอบสมมติฐานการวิเคราะห์การถดถอยของแบบจำลองที่ 7

1. การตรวจสอบว่า $E(e) = 0$

จากทดสอบสมมติฐาน

$\mathbf{H_0}$: $E(e) = 0$

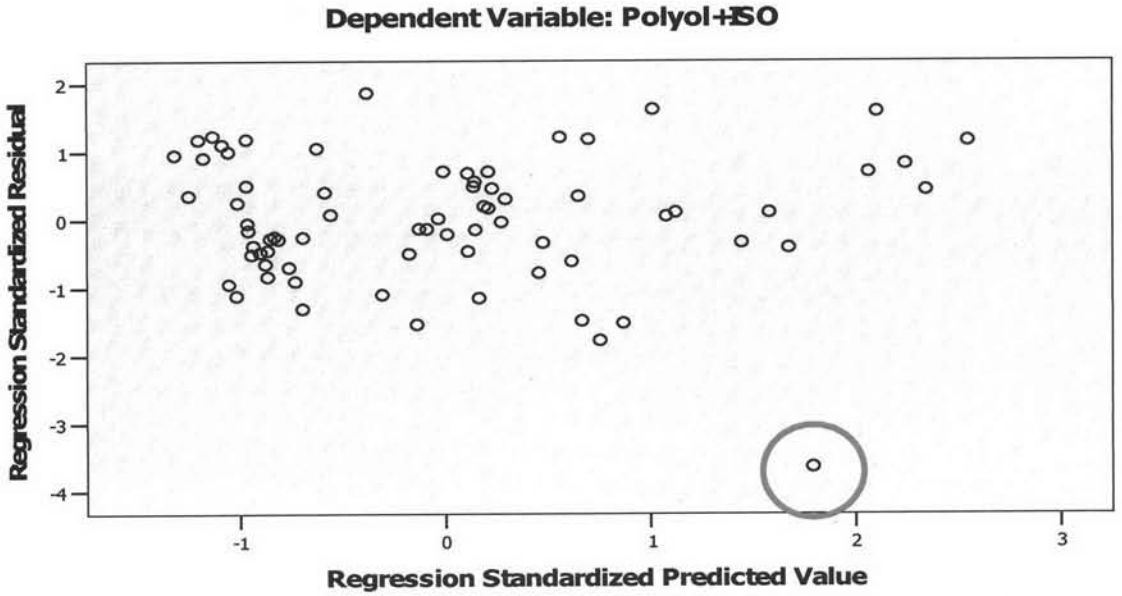
$\mathbf{H_1}$: $E(e) \neq 0$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ $\mathbf{H_0}$ ถ้า Sig $< \alpha = 0.05$

เมื่อค่า Sig ที่ได้เท่ากับ $0.9999 > \alpha$ จึงยอมรับ $\mathbf{H_0}$ นั่นคือ $E(e) = 0$ แสดงว่า ปริมาณการใช้สารเคมีหลักที่คำนวณจากสมการ $Y = -855560 + 0.834 X_1 + 1.50 X_2 + 1251 X_4 + 1239346 X_5 +$

413250 X_6+ 521877 X_7 - 229264 X_9 โดยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างของ Y และ $\overline{Y}$ มีค่าต่ำมากหรือใกล้เคียงศูนย์มาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนE(e) ของรูปแบบจำลองมีค่าเท่ากับศูนย์

2. การตรวจสอบว่า V(e) = σ^2=ค่าคงที่



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบจำลองที่ 7

จากรูปที่ 4.4 แสดง ค่าปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ที่คำนวณจากสมการ ($\overline{Y}$) ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ซึ่งจะเห็นว่า V(e) มีค่าเท่ากับค่าคงที่ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งจะเรียกว่า Homoscedastic นั่นคือไม่เกิดปัญหา Heteroscedastic มีเพียงจุดเดียวที่ผิดปกติซึ่งคาดว่าเกิดจากความผิดพลาดในการเก็บข้อมูล

3. การตรวจสอบว่า e_iและ e_j เป็นอิสระต่อกัน

$\mathbf{H_0}$: ค่าคลาดเคลื่อน e_iและ e_jเป็นอิสระต่อกัน

$\mathbf{H_1}$: ค่าคลาดเคลื่อน e_iและ e_jไม่เป็นอิสระต่อกัน

ใช้สถิติทดสอบ Durbin – Watson จากตารางแสดงการคำนวณค่าสถิติ Durbin – Watson โดยค่า d ที่ให้มีค่าเท่ากับ 1.5427 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 2 หรืออยู่ระหว่าง 1.5 และ 2.5 จึงยอมรับ $\mathbf{H_0}$ นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อน e_iและ e_jเป็นอิสระต่อกัน

4. การตรวจสอบว่า e_t มีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4.13 Tests of Normality ของแบบจำลองที่ 7

	Kolmogorov-Smirnov(a)		
	Statistic	df	Sig.
Unstandardized Residual	0.07211	72	0.2

* This is a lower bound of the true significance.
a Lilliefors Significance Correction

โดยการใช้วิธี Kolmogorov – Smirnov Test เพื่อทดสอบสมการการกระจายของ e_t ซึ่งค่าสถิติ Sig = 0.2 ซึ่งมีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ จึงทำให้ยอบรับสมมติฐาน H_0 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าe_t มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.14 สรุปรูปแบบจำลองประมาณการปริมาณการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์จากสมการถดถอยแบบต่างๆ รูปแบบจำลองทั้ง 4 แบบ จะเห็นได้ว่า รูปแบบจำลองที่ 5 เป็นรูปแบบจำลองปริมาณการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ที่ดีที่สุดสำหรับวิธีการ Multiple linear regression เนื่องจากให้ค่า R^2adjested และ ค่า Durbin – Watson สูงที่สุด และ มีค่า Standard Error of the Estimate ต่ำที่สุด

ตารางที่ 4.14 สรุปรูปแบบจำลองประมาณการปริมาณการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์จากสมการ

Model	รูปแบบสมการ	ตัวแปรอิสระ	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
4	Y = -1480929.07 + 0.93X1 + 1.40X2 - 1610.59X3 + 2494.66X4 + 1076327.61X5 + 569061.07X6 + 796506.13X7 - 230981.07X9 + 185475.63X10 + 218809.33X11 + 8888.54X14 - 3998.19X16	X_1,X_2,X_3,X_4,X_5,X_6,X_7,X_9 ,X_{10},X_{11},X_{14},X_{16}	0.9648	22162.0296	1.6463
5	Y = -1427203.64+ 0.94X1 + 1.40X2 - 1530.28X3 + 2464.59X4 + 1008541.24X5 + 562563.80X6 + 768035.37X7 - 234721.79X9 + 180030.44X10 + 194557.61X11 + 9890.91X14	X_1,X_2,X_3,X_4,X_5,X_6,X_7,X_9 ,X_{10},X_{11},X_{14}	0.9652	22039.9167	1.6003
6	Y = -1236128.83+ 0.89X1 + 1.71X2 - 1112.18X3 + 2417.18X4 + 1175509.80X5 + 545388.34X6 + 679270.27X7 - 248200.94X9 + 104645.12X10 + 8723.55X14	X_1,X_2,X_3,X_4,X_5,X_6,X_7,X_9 ,X_{10},X_{14}	0.9651	22080.6675	1.5805
7	Y = -1091274.26+ 0.85X1 + 1.84X2 - 674.68X3 + 2033.01X4 + 1368100.97X5 + 502694.68X6 + 596956.87X7 - 230715.98X9 + 8950.89X14	X_1,X_2,X_3,X_4,X_5,X_6,X_7,X_9 ,X_{14}	0.9650	22114.0423	1.5428

4.7 แบบจำลองปริมาณการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ (เพิ่มพจน์กำลังสอง)

เนื่องจาก รูปแบบจำลองที่ 5 อาจจะไม่ใช่รูปแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับประมาณการปริมาณการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ เพราะ กราฟแสดง σ^2=ค่าคงที่ ยังไม่อยู่ในแบบที่เป็นค่าคงที่ตลอด ดังนั้นต่อจากนี้ จะนำรูปแบบการจำลองที่ 5 มาหารูปแบบจำลองโดยวิธีการ Multiple regression โดยการเพิ่มพจน์กำลังสองของแต่ละตัวแปรตามวิธีการ Best Subset Approach เพื่อเป็นการหารูปแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสอง ดังแสดงในตารางที่ 4.15

จากรูปแบบจำลองในตารางที่ 4.15 ที่แสดงค่า R^2 adjusted ของแต่ละรูปแบบจำลอง จากนั้นนำแต่ละสมการมาทำการทดสอบค่า F-test และ t –test ตามลำดับจากค่า R^2 adjusted ที่สูงที่สุด ซึ่งจากทั้งหมด 22 รูปแบบจำลอง รูปแบบจำลองที่มีค่า R^2 adjusted ที่สูงเป็นอันดับที่ 1 ได้แก่รูปแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองที่ 17 มีค่าเท่ากับ 97.10 % สูงกว่า รูปแบบจำลองที่ 5 ในวิธีการ Multiple linear regression จากการทดสอบค่า F-test และ t –test ทั้ง 22 รูปแบบจำลอง ซึ่งทุกรูปแบบการจำลองทดสอบค่า F-test ผ่านทุกรูปแบบจำลอง สำหรับการทดสอบค่า t-test บางรูปแบบจำลองมีจำนวนตัวแปรอิสระไม่เหมาะสมสำหรับการประมาณค่า ซึ่งจะแสดงผลในภาคผนวก ดังนั้นในการวิเคราะห์แบบจำลองจะนำรูปแบบจำลองที่มีจำนวนตัวแปรอิสระที่เหมาะสมสำหรับการประมาณค่า 5 รูปแบบจำลองที่มี R^2 adjusted สูงมาทำการวิเคราะห์ต่อไป (ต่อจากนี้จะใช้ลำดับรูปแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองตามตารางที่ 4.15)

ตารางที่ 4.15 ตารางแสดงรูปแบบสมการ Multiple regression โดยการเพิ่มพจน์กำลังสอง และค่า R^2 adjusted

No.	สมการ Multiple regression	Adjusted R squared	Rank
1	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_1$	0.9669237489	13
2	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_2$	0.9650770212	22
3	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_3$	0.9656297462	16
4	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_4$	0.9653361475	19
5	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_5$	0.9654303998	17
6	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_6$	0.9653630953	18
7	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_7$	0.9712036679	3
8	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_9$	0.9710318642	5
9	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_{10}$	0.9661340491	15
10	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_{11}$	0.9651408868	20
11	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_{14}$	0.9650770212	21
12	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_1 + b_{13} X^2_2$	0.9663534606	14
13	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_1 + b_{13} X^2_2 + b_{14} X^2_3$	0.9690295159	9
14	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_1 + b_{13} X^2_2 + b_{14} X^2_3 + b_{15} X^2_4$	0.9694376897	8
15	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_1 + b_{13} X^2_2 + b_{14} X^2_3 + b_{15} X^2_4 + b_{16} X^2_5$	0.9688872707	10
16	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_1 + b_{13} X^2_2 + b_{14} X^2_3 + b_{15} X^2_4 + b_{16} X^2_5 + b_{17} X^2_6$	0.9684568647	11
17	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_1 + b_{13} X^2_2 + b_{14} X^2_3 + b_{15} X^2_4 + b_{16} X^2_5 + b_{17} X^2_6 + b_{18} X^2_7$	0.9721335561	1
18	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_1 + b_{13} X^2_2 + b_{14} X^2_3 + b_{15} X^2_4 + b_{16} X^2_5 + b_{17} X^2_6 + b_{18} X^2_7 + b_{19} X^2_9$	0.9715976630	2
19	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_1 + b_{13} X^2_2 + b_{14} X^2_3 + b_{15} X^2_4 + b_{16} X^2_5 + b_{17} X^2_6 + b_{18} X^2_7 + b_{19} X^2_9 + b_{20} X^2_{10}$	0.9710468439	4
20	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_1 + b_{13} X^2_2 + b_{14} X^2_3 + b_{15} X^2_4 + b_{16} X^2_5 + b_{17} X^2_6 + b_{18} X^2_7 + b_{19} X^2_9 + b_{20} X^2_{10} + b_{21} X^2_{11}$	0.9709595206	6
21	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_9 + b_9 X_{10} + b_{10} X_{11} + b_{11} X_{14} + b_{12} X^2_1 + b_{13} X^2_2 + b_{14} X^2_3 + b_{15} X^2_4 + b_{16} X^2_5 + b_{17} X^2_6 + b_{18} X^2_7 + b_{19} X^2_9 + b_{20} X^2_{10} + b_{21} X^2_{11} + b_{22} X^2_{14}$	0.9703668578	7
22	$b_0 + b_1 X^2_1 + b_2 X^2_2 + b_3 X^2_3 + b_4 X^2_4 + b_5 X^2_5 + b_6 X^2_6 + b_7 X^2_7 + b_8 X^2_9 + b_9 X^2_{10} + b_{10} X^2_{11} + b_{11} X^2_{14}$	0.9671995664	12

4.8 การวิเคราะห์แบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 17

จากรูปแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 17 จะได้สมการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ 18 ตัวได้แก่ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back , สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion ,สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back ,ไตรมาสที่ 1 , กำลังสองของยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,กำลังสองของยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , กำลังสองของราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,กำลังสองของราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , กำลังสองของสัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต,กำลังสองของน้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion และกำลังสองน้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back จากการทดสอบทางสถิติของสมการอธิบายได้ดังนี้

R^2 adjusted พบว่าตัวแปรตาม (Y) คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ ทั้ง 18 ตัว โดยสามารถใช้ค่า Adjusted R – Square อธิบายได้ร้อยละ 97.4

4.8.1 การทดสอบค่าทางสถิติแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 17

Significant F พบว่าค่า Significant F เท่ากับ 0 .000 ซึ่ง F มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ($H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \ldots = \beta_i = 0$) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นั่นคือมี $\beta_i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า

T – Statistic และ **Significant T** ซึ่งเป็นการทดสอบว่า สัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

สำหรับตัวแปรอิสระ X_i ; เมื่อ ***i=1,2,3,4,5,6,7,8,9,1011,12,13,14,15,16,17,18***

จากสมมุติฐาน $\mathbf{H_0}$: $\beta_i = 0$

$\mathbf{H_1}$: $\beta_i \neq 0$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ ถ้า $| t | > t_{1-\alpha/2}$ หรือ Sig t $< \alpha = 0.05$

เมื่อทดสอบ ปรากฏว่า β_i ; **เมื่อ** i=2,7,12,18 $\neq$ 0 แสดงว่า ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , กำลังสองของยอดการผลิตเบาะรถยนต์ และ กำลังสองของน้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back จะมีความสัมพันธ์กับยอดการเบาะรถยนต์ในรูปแบบเชิงเส้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

และ β_i ; **เมื่อ** i=1,3,4,5,6,8,9,10,11,13,14,15,16,17= 0 แสดงว่า ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion , สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion ,สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back ,ไตรมาสที่ 1,กำลังสองของยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , กำลังสองของราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,กำลังสองของราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , กำลังสองของสัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต และ กำลังสองของน้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ที่ไม่สามารถประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ได้ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์แบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 17 (ใช้โปรแกรม Minitab)

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Result
Constant	-16943602	9880652	-1.71	0.092	0.092
Production	0.0296	0.3643	0.08	0.935	0.935
CAR	3.753	1.736	2.16	0.035	< 0.05
Polyol Price	7834	5844	1.34	0.186	0.186
TDI Price	-13941	8953	-1.56	0.125	0.125
% Reject	2651264	3053298	0.87	0.389	0.389
W F/C	-1589326	7253862	-0.22	0.827	0.827
W F/B	29600244	13089492	2.26	0.028	< 0.05
W R/B	-183127	134860	-1.36	0.18	0.18
% F/C	61159	135993	0.45	0.655	0.655
% F/B	245426	161193	1.52	0.134	0.134
Qtr1	9398	6383	1.47	0.147	0.147
Production 2	0.00000258	0.00000083	3.1	0.003	< 0.05
CAR 2	-0.00002253	0.00001252	-1.8	0.078	0.078
Polyol Price 2	-41.33	31.55	-1.31	0.196	0.196
TDI Price 2	92.22	54.29	1.7	0.095	0.095
% Reject 2	-31770804	63632419	-0.5	0.62	0.62
W F/C 2	794037	3225439	0.25	0.806	0.806
W F/B 2	-12099135	5471785	-2.21	0.031	< 0.05

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระแต่ละตัว พบว่ามีตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปรได้แก่ ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , กำลังสองของยอดการผลิตเบาะรถยนต์ และ กำลังสองของน้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back ที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ

ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ต่อตัวแปร Y หรือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์

ดังนั้นเมื่อนำตัวแปรอิสระดังกล่าวมาหาความสัมพันธ์สามารถร่วมกันประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ได้ร้อยละ 96.3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จะได้แบบจำลองเพื่อการประมาณการใช้สารเคมีหลักที่ใช้ในการผลิตเบาะรถยนต์

$$Y = -10792203 + 2.18\,X_2 + 17538304\,X_7 + 0.000002\,X^2_1 - 7072965\,X^2_7$$

โดยที่ Y คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย กิโลกรัมต่อเดือน

X_2 คือ ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ หน่วย คันต่อเดือน

X_7 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back หน่วย กิโลกรัม

X^2_1 คือ กำลังสองของยอดการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย (ชิ้นต่อเดือน)^2

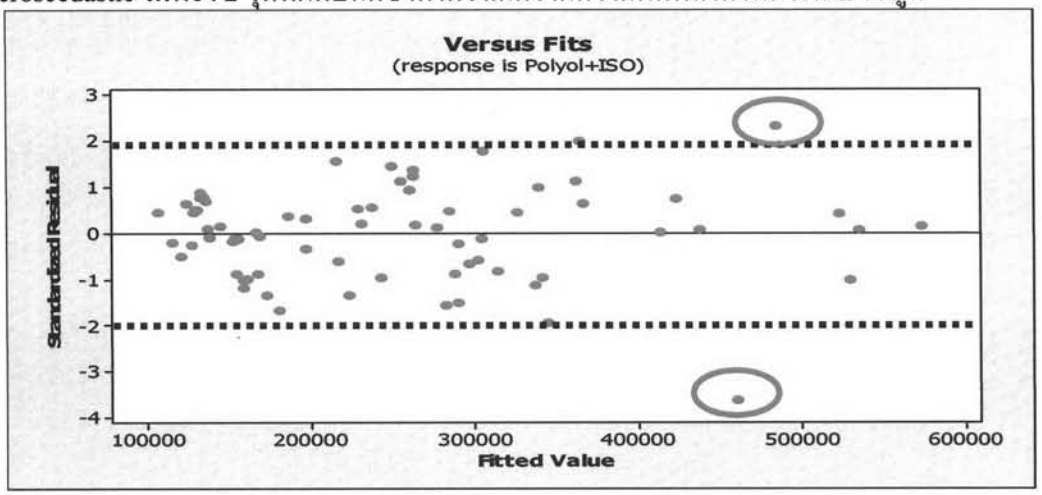
X^2_7 คือ กำลังสองน้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back หน่วย กิโลกรัม^2

และ $52{,}232 \leq X_1 \leq 354{,}959$

$26{,}919 \leq X_2 \leq 109{,}881$

$1.16 \leq X_7 \leq 1.28$

จากนั้นนำรูปแบบจำลองที่ได้มาหากราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ 4.5 จากรูปแสดง ค่าปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ที่คำนวณจากสมการ ($\overline{Y}$) ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ซึ่งจะเห็นว่า V(e) มีค่าเท่ากับค่าคงที่ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งจะเรียกว่า Homoscedastic นั่นคือไม่เกิดปัญหา Heteroscedastic มีเพียง 2 จุดที่ผิดปกติซึ่งคาดว่าเกิดจากความผิดพลาดในการเก็บข้อมูล



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 17

4.9 การวิเคราะห์แบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 7

จากรูปแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 7 จะได้สมการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ 12 ตัวได้แก่ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ , ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back , สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion ,สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back ,ไตรมาสที่ 1 และกำลังสองน้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back จากการทดสอบทางสถิติของสมการอธิบายได้ดังนี้

R^2 adjusted พบว่าตัวแปรตาม (Y) คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ ทั้ง 12 ตัว โดยสามารถใช้ค่า Adjusted R – Square อธิบายได้ร้อยละ 97.1

4.9.1 การทดสอบค่าทางสถิติแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 7

Significant F พบว่าค่า Significant F เท่ากับ 0 .000 ซึ่ง F มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ($H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \ldots = \beta_i = 0$) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นั่นคือมี $\beta_i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า

T – Statistic และ **Significant T** ซึ่งเป็นการทดสอบว่า สัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

สำหรับตัวแปรอิสระ X_i ; เมื่อ ***i=1,2,3,4,5,6,7,8,9,1011,12***

จากสมมุติฐาน $\mathbf{H_0}$: $\beta_i = 0$

$\mathbf{H_1}$: $\beta_i \neq 0$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ ถ้า $|t| > t_{1-\infty/2}$ หรือ Sig $t < \alpha = 0.05$

เมื่อทดสอบ ปรากฏว่า β_i ; เมื่อ i=1,4,6,7,8,12 $\neq 0$ แสดงว่า ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,ของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back และ กำลังสองของน้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back จะมีความสัมพันธ์กับยอดการเบาะรถยนต์ในรูปแบบเชิงเส้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

และ β_i ; เมื่อ i=2,3,5,9,10,11= 0 แสดงว่ายอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol , สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต , สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion ,สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back และ ไตรมาสที่ 1 ที่ไม่สามารถประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ได้ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์แบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 7 (ใช้โปรแกรม Minitab)

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Result
Constant	-22885205	6143439	-3.73	0.000	< 0.05
Production	1.1635	0.15	7.76	0.000	< 0.05
CAR	0.564	0.579	0.97	0.334	0.334
Polyol Price	-223	747.5	-0.3	0.767	0.767
TDI Price	2002	746.9	2.68	0.010	< 0.05
% Reject	1099871	630176	1.75	0.086	0.086
W F/C	416898	123293	3.38	0.001	< 0.05
W F/B	36727736	10279672	3.57	0.001	< 0.05
W R/B	-206804	54165	-3.82	0.000	< 0.05
% F/C	133397	108717	1.23	0.225	0.225
% F/B	296112	163859	1.81	0.076	0.076
Qtr1	11708	6088	1.92	0.059	0.059
W F/B 2	-14997417	4286266	-3.5	0.001	< 0.05

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระแต่ละตัว พบว่ามีตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปรได้แก่ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,ของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion , น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back ,น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back และ กำลังสองของน้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back ที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ต่อตัวแปร Y หรือปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์

ดังนั้นเมื่อนำตัวแปรอิสระดังกล่าวมาหาความสัมพันธ์สามารถร่วมกันประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ได้ร้อยละ 96.3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จะได้แบบจำลองเพื่อการประมาณการใช้สารเคมีหลักที่ใช้ในการผลิตเบาะรถยนต์

$$Y = -19209692 + 1.43\,X_1 + 2097\,X_4 + 415810\,X_6 + 31005954\,X_7 - 233901\,X_9 - 12663714\,X^2_7$$

โดยที่ Y คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย กิโลกรัมต่อเดือน

X_1 คือ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย ชิ้นต่อเดือน

X_4 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate หน่วย บาท

X_6 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion หน่วย กิโลกรัม

X_7 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back หน่วย กิโลกรัม

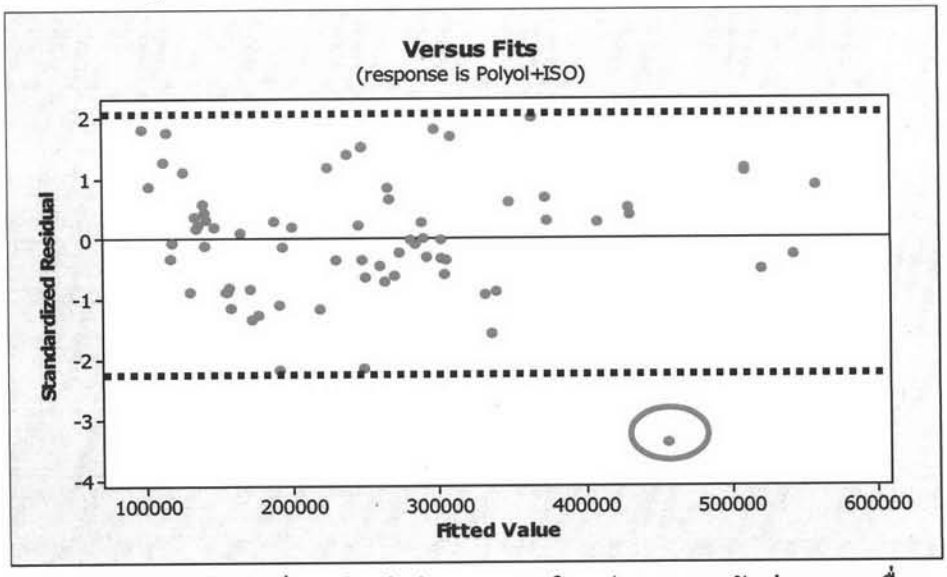
X_9 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back หน่วย กิโลกรัม

X^2_7 คือ กำลังสองน้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back หน่วย กิโลกรัม^2

และ

52,232	$\leq X_1 \leq$	354,959
70	$\leq X_4 \leq$	105
1.08	$\leq X_6 \leq$	1.28
1.16	$\leq X_7 \leq$	1.28
1.41	$\leq X_9 \leq$	1.76

จากนั้นนำรูปแบบจำลองที่ได้มาหากราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ 4.6 จากรูปแสดง ค่าปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ที่คำนวณจากสมการ ($\overline{Y}$) ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ซึ่งจะเห็นว่า V(e) มีค่าเท่ากับค่าคงที่ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งจะเรียกว่า Homoscedastic นั่นคือไม่เกิดปัญหา Heteroscedastic มีเพียงจุดเดียวที่ผิดปกติซึ่งคาดว่าเกิดจากความผิดพลาดในการเก็บข้อมูล



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 7

4.10 การวิเคราะห์แบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 8

จากรูปแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 8 จะได้สมการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ 12 ตัวได้แก่ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ , ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back , สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion ,สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back ,ไตรมาสที่ 1 และกำลังสองน้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back จากการทดสอบทางสถิติของสมการอธิบายได้ดังนี้

R^2 adjusted พบว่าตัวแปรตาม (Y) คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ ทั้ง 12 ตัว โดยสามารถใช้ค่า Adjusted R – Square อธิบายได้ร้อยละ 97.1

4.10.1 การทดสอบค่าทางสถิติแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 8

Significant F พบว่าค่า Significant F เท่ากับ 0 .000 ซึ่ง F มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ($H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \ldots = \beta_i = 0$) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นั่นคือมี $\beta_i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า

T – Statistic และ **Significant T** ซึ่งเป็นการทดสอบว่า สัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

หรือไม่

สำหรับตัวแปรอิสระ X_i ; เมื่อ i=1,2,3,4,5,6,7,8,9,1011,12

จากสมมุติฐาน H_0 : $\beta_i = 0$

H_1 : $\beta_i \neq 0$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ ถ้า $| t | > t_{1-\alpha/2}$ หรือ Sig t < $\alpha = 0.05$

เมื่อทดสอบ ปรากฏว่า β_i ; เมื่อ i=1,4,6,7,8,11,12 $\neq$ 0 แสดงว่า ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,ของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back ,น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back ,ไตรมาสที่ 1 และ กำลังสองของน้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back จะมีความสัมพันธ์กับยอดการเบาะรถยนต์ในรูปแบบเชิงเส้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

และ β_i ; เมื่อ i=2,3,5,9,10= 0 แสดงว่ายอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol , สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต , สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion , สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back ที่ไม่สามารถประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมี

หลักในการผลิตเบาะรถยนต์ได้ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์แบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 8 (ใช้โปรแกรม Minitab)

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Result
Constant	4919742	1879478	2.62	0.011	< 0.05
Production	1.129	0.1467	7.7	0.000	< 0.05
CAR	0.8523	0.5525	1.54	0.128	0.128
Polyol Price	-390.4	728.8	-0.54	0.594	0.594
TDI Price	1912.5	754.4	2.53	0.014	< 0.05
% Reject	1203834	633928	1.9	0.062	0.062
W F/C	1710088	353102	4.84	0.000	< 0.05
W F/B	992569	231226	4.29	0.000	< 0.05
W R/B	-9892210	2806162	-3.53	0.001	< 0.05
% F/C	201833	108382	1.86	0.068	0.068
% F/B	300633	164626	1.83	0.073	0.073
Qtr1	13276	6162	2.15	0.035	< 0.05
W R/B 2	2861308	831253	3.44	0.001	< 0.05

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระแต่ละตัว พบว่ามีตัวแปรอิสระ 7 ตัวแปรได้แก่ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,ของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion , น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back ,น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back ,ไตรมาสที่ 1 และ กำลังสองของน้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back ที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ต่อตัวแปร Y หรือปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ แต่ตัวแปรอิสระดังกล่าวมาหาความสัมพันธ์ประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ปรากฏว่าตัวแปรอิสระไตรมาสที่ 1 ทดสอบค่า t-test ไม่ผ่าน ดังนั้นจึงเหลือตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปรสำหรับการประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ซึ่งไม่ได้ส่งผลต่อค่า R^2 adjusted

ดังนั้นเมื่อนำตัวแปรอิสระดังกล่าวมาหาความสัมพันธ์สามารถร่วมกันประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ได้ร้อยละ 96.1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จะได้แบบจำลองเพื่อการประมาณการใช้สารเคมีหลักที่ใช้ในการผลิตเบาะรถยนต์

$$Y = 6304910 + 1.36\,X_1 + 1614\,X_4 + 1582758\,X_6 + 619256\,X_7 - 10573844\,X_9 + 3061217X^2_9$$

โดยที่ Y คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย กิโลกรัมต่อเดือน

X_1 คือ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย ชิ้นต่อเดือน

X_4 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate หน่วย บาท

X_6 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion หน่วย กิโลกรัม

X_7 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back หน่วย กิโลกรัม

X_9 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back หน่วย กิโลกรัม

X^2_9 คือ กำลังสองน้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back หน่วย กิโลกรัม^2

และ

$$52{,}232 \leq X_1 \leq 354{,}959$$

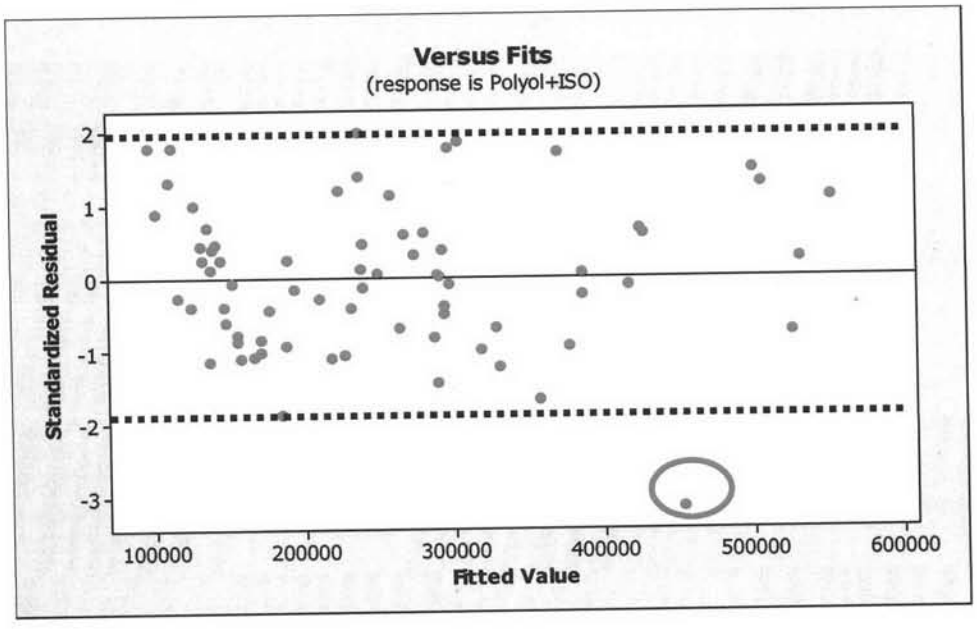
$$70 \leq X_4 \leq 105$$

$$1.08 \leq X_6 \leq 1.28$$

$$1.16 \leq X_7 \leq 1.28$$

$$1.41 \leq X_9 \leq 1.76$$

จากนั้นนำรูปแบบจำลองที่ได้มาหากราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ 4.7 จากรูปแสดง ค่าปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ที่คำนวณจากสมการ ($\overline{Y}$) ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ซึ่งจะเห็นว่า V(e) มีค่าเท่ากับค่าคงที่ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งจะเรียกว่า Homoscedastic นั่นคือไม่เกิดปัญหา Heteroscedastic มีเพียงจุดเดียวที่ผิดปกติซึ่งคาดว่าเกิดจากความผิดพลาดในการเก็บข้อมูล



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 8

4.11 การวิเคราะห์แบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 14

จากรูปแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 14 จะได้สมการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ 15 ตัวได้แก่ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ , ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back , สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion ,สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back ,ไตรมาสที่ 1 , กำลังสองของยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,กำลังสองของยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , กำลังสองของราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol และกำลังสองของราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate จากการทดสอบทางสถิติของสมการอธิบายได้ดังนี้

R^2 adjusted พบว่าตัวแปรตาม (Y) คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ ทั้ง 15 ตัว โดยสามารถใช้ค่า Adjusted R – Square อธิบายได้ร้อยละ 97.3

4.11.1 การทดสอบค่าทางสถิติแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 14

Significant F พบว่าค่า Significant F เท่ากับ 0 .000 ซึ่ง F มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ($H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \ldots = \beta_i = 0$) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นั่นคือมี $\beta_i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า

T – Statistic และ **Significant T** ซึ่งเป็นการทดสอบว่า สัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

สำหรับตัวแปรอิสระ X_i ; เมื่อ i=1,2,3,4,5,6,7,8,9,1011,12,13,14,15

จากสมมุติฐาน H_0 : $\beta_i = 0$

H_1 : $\beta_i \neq 0$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ ถ้า $|t| > t_{1-\alpha/2}$ หรือ Sig $t < \alpha = 0.05$

เมื่อทดสอบ ปรากฏว่า β_i ; เมื่อ i=2,3,4,12,13,14,15 $\neq 0$ แสดงว่า ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , กำลังสองของยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,กำลังสองของยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , กำลังสองของราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol และกำลังสองของราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate จะมีความสัมพันธ์กับยอดการเบาะรถยนต์ในรูปแบบเชิงเส้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

และ β_i ; เมื่อ i=1,5,6,7,8,9,10,11= 0 แสดงว่า ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ , สัดส่วนของเสียใน

กระบวนการผลิต,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back , สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion ,สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back และไตรมาสที่ 1 ที่ไม่สามารถประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ได้ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.19 การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์แบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 14 (ใช้โปรแกรม Minitab)

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Result
Constant	-408832	509405	-0.800	0.426	0.426
Production	-0.2522	0.3481	-0.720	0.472	0.472
CAR	4.55	1.673	2.720	0.009	< 0.05
Polyol Price	14536	4770	3.050	0.004	< 0.05
TDI Price	-17593	8659	-2.030	0.047	< 0.05
% Reject	1179403	633805	1.860	0.068	0.068
W F/C	198342	138095	1.440	0.156	0.156
W F/B	317968	254036	1.250	0.216	0.216
W R/B	-110959	62804	-1.770	0.083	0.083
% F/C	-26767	122966	-0.220	0.828	0.828
% F/B	156029	160720	0.970	0.336	0.336
Qtr1	6368	6136	1.040	0.304	0.304
Production 2	0.00000307	0.0000008	3.840	0.000	< 0.05
CAR 2	-0.00002667	0.00001233	-2.160	0.035	< 0.05
Polyol Price 2	-81.02	24.45	-3.310	0.002	< 0.05
TDI Price 2	114.89	52.74	2.180	0.034	< 0.05

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระแต่ละตัว พบว่ามีตัวแปรอิสระ 7 ตัวแปรได้แก่ ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , กำลังสองของยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,กำลังสองของยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , กำลังสองของราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol และกำลังสองของราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate ที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ต่อตัวแปร Y หรือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์

ดังนั้นเมื่อนำตัวแปรอิสระดังกล่าวมาหาความสัมพันธ์สามารถร่วมกันประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ได้ร้อยละ 97.0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จะได้แบบจำลองเพื่อการประมาณการใช้สารเคมีหลักที่ใช้ในการผลิตเบาะรถยนต์

$$Y = 203989 + 5.09\,X_2 + 18011\,X_3 - 24547X_4 + 0.0000023X^2_1 - 0.000032\,X^2_2 - 99.9\,X^2_3 + 158\,X^2_4$$

โดยที่ Y คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์

X_2 คือ ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ หน่วย คันต่อเดือน

X_3 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol หน่วย บาท

X_4 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate หน่วย บาท

X_1^2 คือ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย ชิ้นต่อเดือน^2

X_2^2 คือ ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ หน่วย คันต่อเดือน^2

X_3^2 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol หน่วย บาท^2

X_4^2 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate หน่วย บาท^2

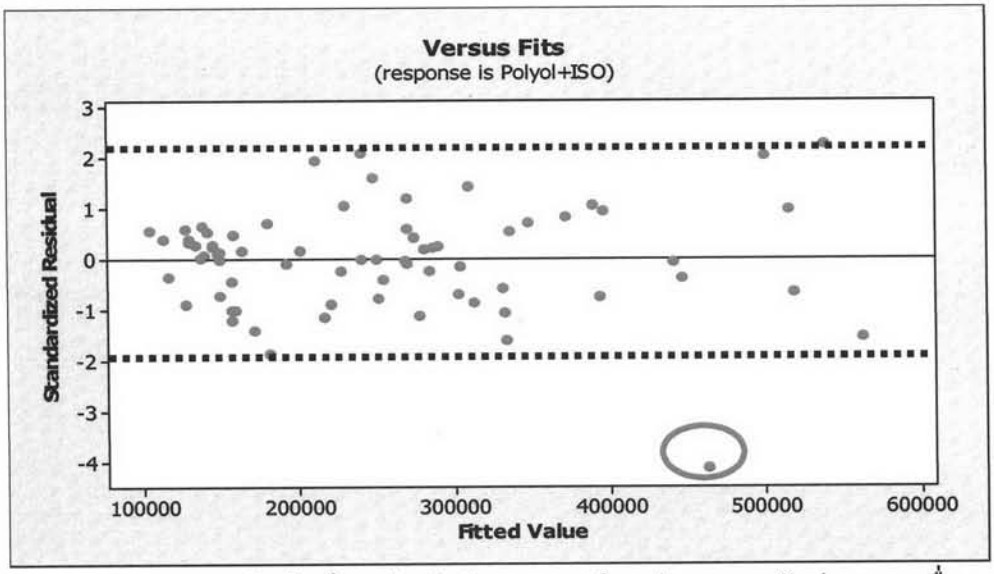
และ $52{,}232 \leq X_1 \leq 354{,}959$

$26{,}919 \leq X_2 \leq 109{,}881$

$60 \leq X_3 \leq 130$

$70 \leq X_4 \leq 105$

จากนั้นนำรูปแบบจำลองที่ได้มาหากราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ 4.8 จากรูปแสดง ค่าปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ที่คำนวณจากสมการ ($\overline{Y}$) ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ซึ่งจะเห็นว่า V(e) มีค่าเท่ากับค่าคงที่ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งจะเรียกว่า Homoscedastic นั่นคือไม่เกิดปัญหา Heteroscedastic มีเพียงจุดเดียวที่ผิดปกติซึ่งคาดว่าเกิดจากความผิดพลาดในการเก็บข้อมูล



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 14

4.12 การวิเคราะห์แบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 13

จากรูปแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 13 จะได้สมการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ 14 ตัวได้แก่ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ , ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ,ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate , สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back , สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion ,สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back ,ไตรมาสที่ 1 , กำลังสองของยอดการผลิตเบาะรถยนต์ ,กำลังสองของยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ และกำลังสองของราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol จากการทดสอบทางสถิติของสมการอธิบายได้ดังนี้

R^2 adjusted พบว่าตัวแปรตาม (Y) คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ ทั้ง 14 ตัว โดยสามารถใช้ค่า Adjusted R – Square อธิบายได้ร้อยละ 97.1

4.12.1 การทดสอบค่าทางสถิติแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 13

Significant F พบว่าค่า Significant F เท่ากับ 0 .000 ซึ่ง F มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ($H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \ldots = \beta_i = 0$) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นั่นคือมี $\beta_i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า

หรือไม่

สำหรับตัวแปรอิสระ X_i ; เมื่อ i=1,2,3,4,5,6,7,8,9,1011,12,13,14

จากสมมุติฐาน $\mathbf{H_0}$: $\beta_i = 0$

$\mathbf{H_1}$: $\beta_i \neq 0$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ ถ้า $|t| > t_{1-\alpha/2}$ หรือ Sig $t < \alpha = 0.05$

เมื่อทดสอบ ปรากฏว่า β_i ; เมื่อ i=2,3,5,7,8,12,14 $\neq 0$ แสดงว่า ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol, สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต, น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back ,น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back ,กำลังสองของยอดการผลิตเบาะรถยนต์ และ กำลังสองของราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol จะมีความสัมพันธ์กับยอดการเบาะรถยนต์ในรูปแบบเชิงเส้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

และ β_i ; เมื่อ i=1,4,6,9,10,11,13= 0 แสดงว่า ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate ,น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Cushion , น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Cushion , สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Cushion ,สัดส่วนการขายชิ้นงาน Front Seat Back ,ไตรมาสที่ 1และ

กำลังสองของยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ ที่ไม่สามารถประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ได้ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์แบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 13 (ใช้โปรแกรม Minitab)

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Result
Constant	-1172879	381361	-3.080	0.003	< 0.05
Production	-0.2338	0.3593	-0.650	0.518	0.518
CAR	3.433	1.644	2.090	0.041	< 0.05
Polyol Price	9055	4183	2.160	0.035	< 0.05
TDI Price	1192.3	808	1.480	0.146	0.146
% Reject	1486727	637880	2.330	0.023	< 0.05
W F/C	274024	137974	1.990	0.052	0.052
W F/B	505592	246715	2.050	0.045	< 0.05
W R/B	-148400	62359	-2.380	0.021	< 0.05
% F/C	-14686	126813	-0.120	0.908	0.908
% F/B	111522	164570	0.680	0.501	0.501
Qtr1	3831	6220	0.620	0.540	0.54
Production 2	0.00000303	0.00000083	3.670	0.001	< 0.05
CAR 2	-0.000016	0.00001168	-1.370	0.176	0.176
Polyol Price 2	-51.07	20.87	-2.450	0.017	< 0.05

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระแต่ละตัว พบว่ามีตัวแปรอิสระ 7 ตัวแปร ได้แก่ ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ , ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol, สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต, น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back ,น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back ,กำลังสองของยอดการผลิตเบาะรถยนต์ และ กำลังสองของราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol ที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ต่อตัวแปร Y หรือปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ แต่เมื่อนำตัวแปรอิสระดังกล่าวมาหาความสัมพันธ์ประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ปรากฏว่า ตัวแปรอิสระน้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back ทดสอบค่า t-test ไม่ผ่าน ดังนั้นจึงเหลือตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปรสำหรับการประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ซึ่งไม่ส่งผลต่อค่า R^2 adjusted

ดังนั้นเมื่อนำตัวแปรอิสระดังกล่าวมาหาความสัมพันธ์สามารถร่วมกันประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ได้ร้อยละ 96.7 อย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ระดับ 0.05

จะได้แบบจำลองเพื่อการประมาณการใช้สารเคมีหลักที่ใช้ในการผลิตเบาะรถยนต์

$$Y = -1058107 + 1.20\,X_2 + 10037\,X_3 + 1406962X_5 + 597974X_7 + 0.000002X^2_1 - 55.3\,X^2_3$$

โดยที่ Y คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์

X_2 คือ ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ หน่วย คันต่อเดือน

X_3 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol หน่วย บาท

X_5 คือ สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิต หน่วย ร้อยละ

X_7 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Front Seat Back หน่วย กิโลกรัม

X_1^2 คือ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย ชิ้นต่อเดือน^2

X_3^2 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Polyol หน่วย บาท^2

และ

$$52{,}232 \leq X_1 \leq 354{,}959$$

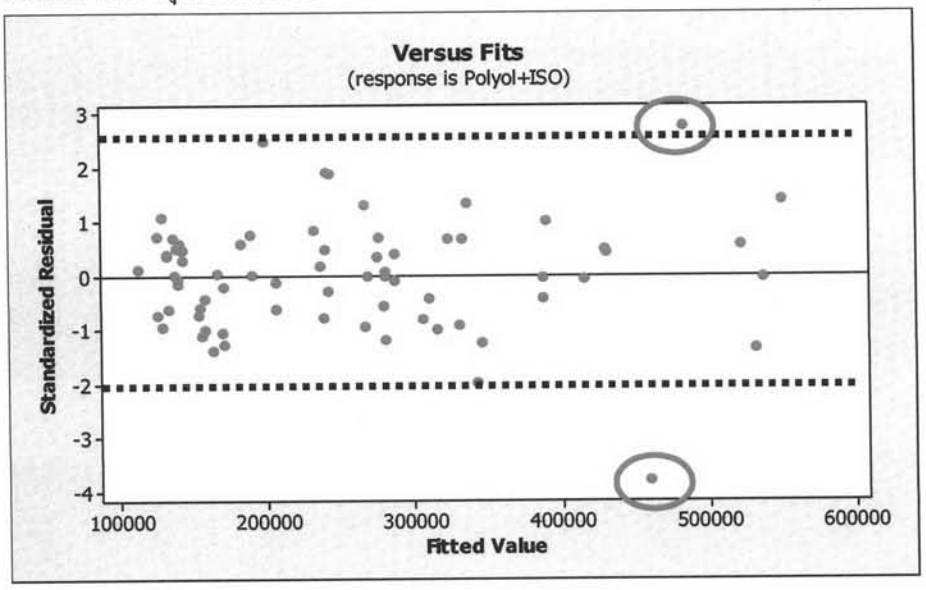
$$60 \leq X_3 \leq 130$$

$$70 \leq X_4 \leq 105$$

$$1.03\% \leq X_5 \leq 3.85\%$$

$$1.16 \leq X_7 \leq 1.28$$

จากนั้นนำรูปแบบจำลองที่ได้มาหากราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ 4.9 จากรูปแสดง ค่าปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ที่คำนวณจากสมการ ($\overline{Y}$) ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ซึ่งจะเห็นว่า V(e) มีค่าเท่ากับค่าคงที่ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งจะเรียกว่า Homoscedastic นั่นคือไม่เกิดปัญหา Heteroscedastic มีสองจุดที่ผิดปกติซึ่งคาดว่าเกิดจากความผิดพลาดในการเก็บข้อมูล



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 13

จากนั้นเมื่อทำการหารูปแบบจำลองโดยวิธีการ Multiple regression โดยการเพิ่มพจน์กำลังสองของแต่ละตัวแปรตามวิธีการ Best Subset Approach ซึ่งรูปแบบจำลอง 5 รูปแบบจำลองที่มีจำนวนตัวแปรอิสระที่เหมาะสมแล้ว ซึ่งได้รูปแบบจำลองที่ให้ค่า R^2 adjusted สูงสุดคือ รูปแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 14 ลำดับต่อไป ในการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าในสมการ Multiple regression มีวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันวิธี Stepwise ซึ่งเป็นวิธีที่คัดตัวแปรอิสระที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้ได้รูปแบบจำลองตามระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด ในที่นี้จะทำการโดยใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมด 16 ตัวแปร และ พจน์กำลังสองของตัวแปรอิสระอีก 16 ตัวแปร รวมทั้งหมด 32 ตัวแปรอิสระ

4.13 การวิเคราะห์แบบจำลองโดยใช้วิธี Stepwise

ในการวิเคราะห์วิธีนี้สมการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ 32 ตัวแปร ซึ่งในการวิเคราะห์ใช้โปรแกรม Minitab ช่วยในการวิเคราะห์ตัวแปรทั้ง 32 ตัวแปรอิสระ โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากการทดสอบทางสถิติของสมการอธิบายได้ดังนี้

R^2 adjusted พบว่าตัวแปรตาม (Y) คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ ทั้ง 4 ตัวแปรจากทั้งหมด 32 ตัวแปร โดยสามารถใช้ค่า Adjusted R – Square อธิบายได้ร้อยละ 96.43 ดังแสดงผลในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.21 แสดงการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ด้วยวิธี Stepwise (ใช้โปรแกรม Minitab)

Step	1	2	3	4	5	6
Constant	40660	-2365	18603	22536.000	137281	108496
Production	1.459	0.88	0.208			
T-Value	31.880	7.12	0.680			
P-Value	0.000	0.00	0.500			
CAR		2.16	2.860	3.150	2.44	2.39
T-Value		5.01	5.590	11.190	7.63	7.7
P-Value		0.00	0.000	0.000	0.00	0
Production 2			0.0000	0.0000	0.0000	0.000002
T-Value			2.370	7.720	9.07	6.8
P-Value			0.021	0.000	0.00	0.00000
W R/B 2					-34407.00	-37565
T-Value					-3.76	-4.18
P-Value					0.00	0.00
TDI Price 2						7.20
T-Value						2.30
P-Value						0.024
S	30207	26054	25226.000	25128.000	23034.00	22339
R-Sq	93.56	95.27	95.630	95.600	96.36	96.63
R-Sq(adj)	93.46	95.14	95.440	95.480	96.20	96.43

ดังนั้นเมื่อนำตัวแปรอิสระดังกล่าวมาหาความสัมพันธ์สามารถร่วมกันประมาณการปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ได้ร้อยละ 96.43 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จะได้แบบจำลองเพื่อการประมาณการใช้สารเคมีหลักที่ใช้ในการผลิตเบาะรถยนต์

$$Y = 108496 + 2.39\,X_2 + 0.000002\,X^2_1 - 37565\,X^2_9 + 7.24\,X^2_4$$

โดยที่ Y คือ ปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์

X_2 คือ ยอดการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ หน่วย คันต่อเดือน

X^2_1 คือ ยอดการผลิตเบาะรถยนต์ หน่วย ชิ้นต่อเดือน^2

X^2_4 คือ ราคาของสารเคมีหลัก คือ Isocyanate หน่วย บาท^2

X^2_9 คือ น้ำหนักของชิ้นงาน Rear Seat Back หน่วย กิโลกรัม^2

และ

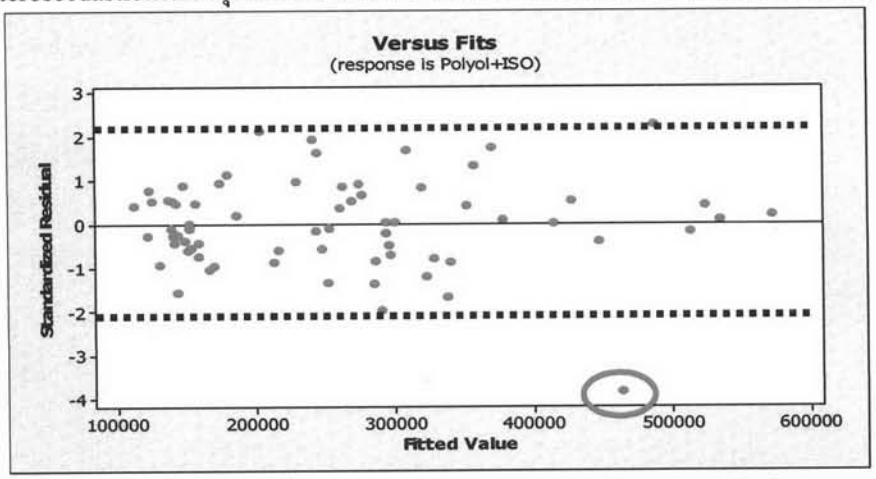
$$52{,}232 \leq X_1 \leq 354{,}959$$

$$26{,}919 \leq X_2 \leq 109{,}881$$

$$70 \leq X_4 \leq 105$$

$$1.41 \leq X_9 \leq 1.76$$

จากนั้นนำรูปแบบจำลองที่ได้มาหากราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ 4.10 จากรูปแสดง ค่าปริมาณความต้องการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ที่คำนวณจากสมการ ($\overline{Y}$) ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ซึ่งจะเห็นว่า V(e) มีค่าเท่ากับค่าคงที่ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งจะเรียกว่า Homoscedastic นั่นคือไม่เกิดปัญหา Heteroscedasticมีเพียงจุดเดียวที่ผิดปกติซึ่งคาดว่าเกิดจากความผิดพลาดในการเก็บข้อมูล



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐานกับค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบจำลองด้วยวิธี Stepwise

จากการใช้วิธีการ Best Subset Approach และ วิธีการ Stepwise วิเคราะห์รูปแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับประมาณการปริมาณการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ จากตารางที่ 4.19 แสดงรูปแบบจำลองของแต่ละวิธีการ ซึ่งผลที่ได้คือ รูปแบบจำลองเพิ่มพจน์กำลังสองแบบที่ 14 ให้ค่า R^2 adjusted สูงสุดคือเท่ากับ 97.0 % แต่มีตัวแปรอิสระถึง 7 ตัวซึ่งทำให้ใช้เวลาในการค้นคว้าข้อมูลเป็นจำนวนมาก อาจทำให้ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน สำหรับวิธีการ Stepwise ได้ค่า R^2 adjusted รองลงมาคือเท่ากับ 96.43 % แต่สามารถให้ระดับความเชื่อมั่นได้ในระดับร้อยละ 95 ซึ่งตรงตามความต้องการ และจำนวนตัวแปรอิสระมีเพียง 4 ตัวแปรทำให้ใช้เวลาในการหาข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ใช้เวลาน้อยกว่าแต่ให้ผลลัพธ์ตรงตามความต้องการของการประมาณการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ ดังนั้นรูปแบบจำลองการประมาณการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์ที่เหมาะสมที่สุดคือการประมาณการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์โดยวิธี Stepwise

ตารางที่ 4.22 สรุปรูปแบบจำลองประมาณการปริมาณการใช้สารเคมีหลักในการผลิตเบาะรถยนต์จากสมการถดถอยแบบ โดยวิธี Best Subset Approach และ วิธีการ Stepwise

No.	สมการ Multiple regression	Adjusted Rsquared	Remark
1	$b_0 + b_1 X_2 + b_2 X_1^2 + b_3 X_4^2 + b_4 X_9^2$	96.43%	Stepwise
2	$b_0 + b_1 X_2 + b_2 X_9 + b_3 X_1^2 + b_4 X_7^2$	96.3%	Model 17
3	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_4 + b_3 X_8 + b_4 X_7 + b_5 X_9 + b_6 X_7^2$	96.3%	Model 7
4	$b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_3 + b_3 X_8 + b_4 X_7 + b_5 X_9 + b_6 X_9^2$	96.1%	Model 8
5	$b_0 + b_1 X_2 + b_2 X_3 + b_3 X_4 + b_4 X_1^2 + b_5 X_2^2 + b_6 X_3^2 + b_7 X_4^2$	97.0%	Model 14
6	$b_0 + b_1 X_2 + b_2 X_3 + b_3 X_5 + b_4 X_7 + b_5 X_1^2 + b_6 X_2^2$	96.7%	Model 13