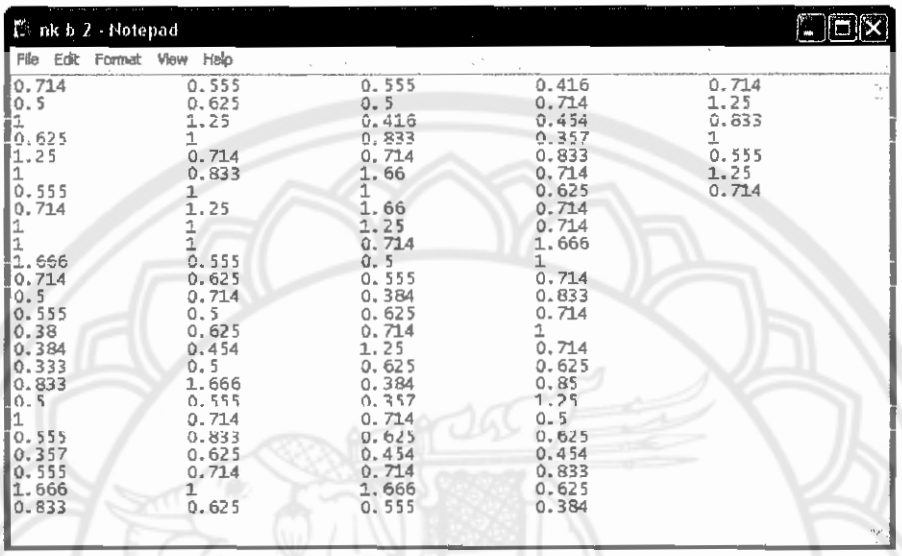
ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

Module create

ข้อมูลการกระจายตัวของ รถบัส สายนครสวรรค์ (NK)

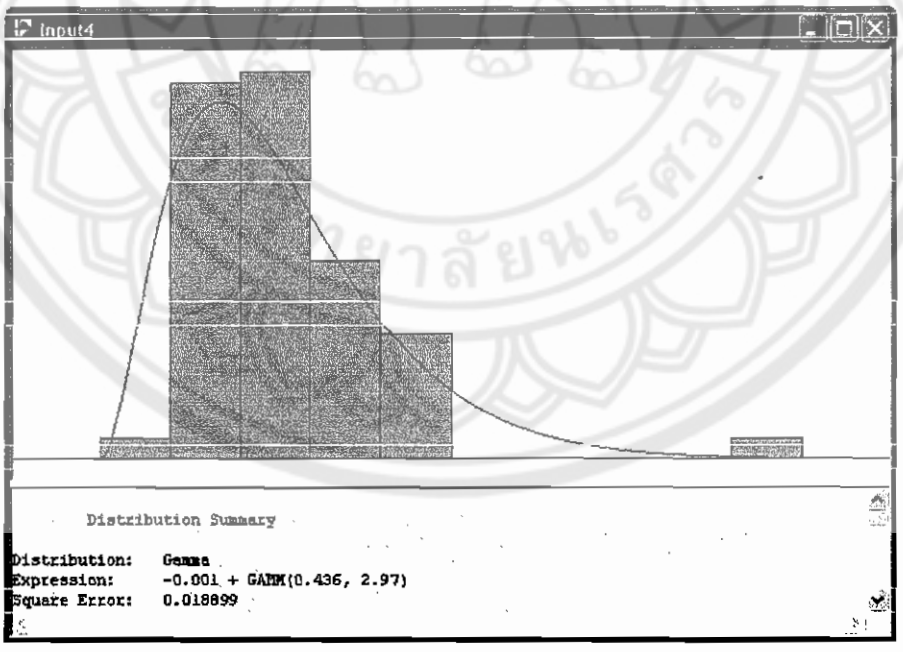


nk b 2 - Notepad

File Edit Format View Help

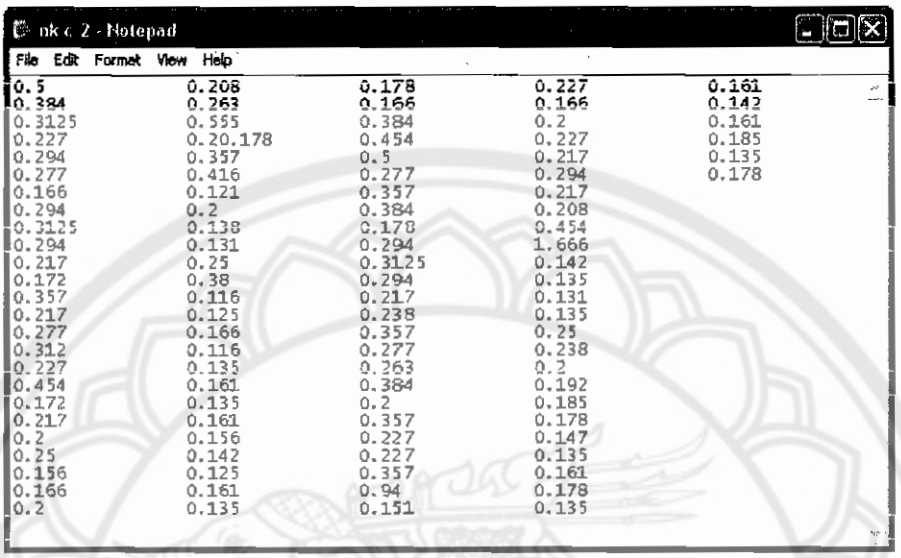
0.714	0.555	0.555	0.416	0.714
0.5	0.625	0.5	0.714	1.25
1	1.25	0.416	0.454	0.833
0.625	1	0.833	0.357	1
1.25	0.714	0.714	0.833	0.555
1	0.833	1.66	0.714	1.25
0.555	1	1	0.625	0.714
0.714	1.25	1.66	0.714	
1	1	1.25	0.714	
1	1	0.714	1.666	
1.666	0.555	0.5	1	
0.714	0.625	0.555	0.714	
0.5	0.714	0.384	0.833	
0.555	0.5	0.625	0.714	
0.38	0.625	0.714	1	
0.384	0.454	1.25	0.714	
0.333	0.5	0.625	0.625	
0.833	1.666	0.384	0.85	
0.5	0.555	0.357	1.25	
1	0.714	0.714	0.5	
0.555	0.833	0.625	0.625	
0.357	0.625	0.454	0.454	
0.555	0.714	0.714	0.833	
1.666	1	1.666	0.625	
0.833	0.625	0.555	0.384	

รูปที่ ก.1 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad



รูปที่ ก.2 แสดงการวิเคราะห์การกระจายตัวของรถ บัส สายนครสวรรค์

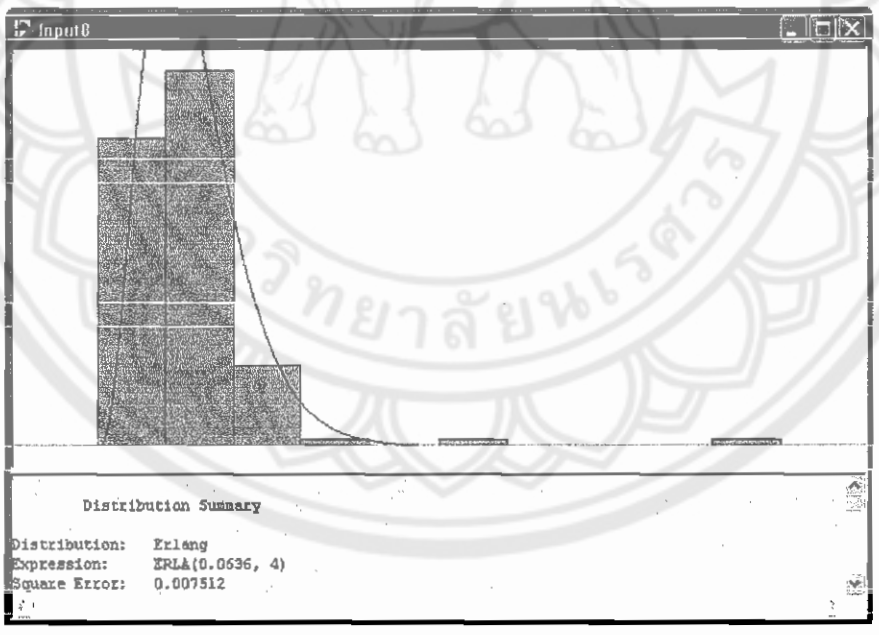
ข้อมูลการกระจายตัวของ รถยนต์ สายนครสวรรค์ (NK)


nk c 2 - Notepad

File Edit Format View Help

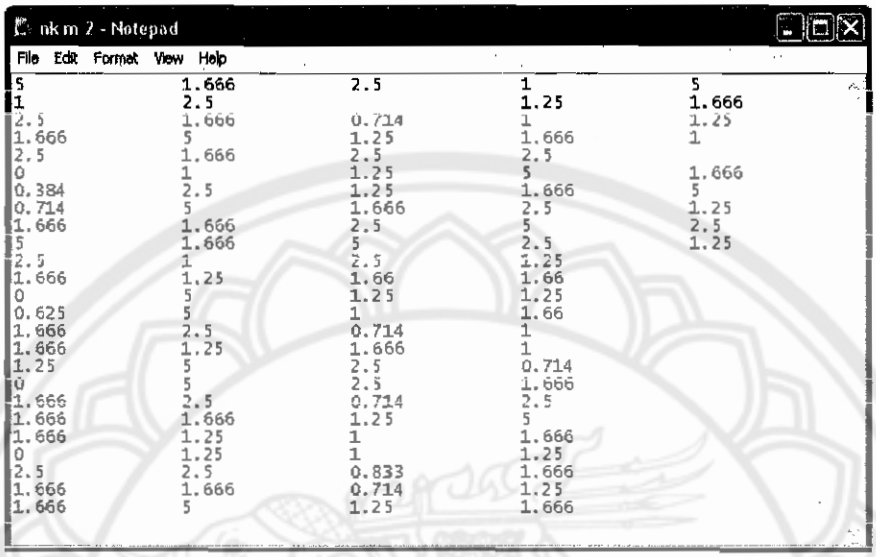
0.5	0.208	0.178	0.227	0.161
0.384	0.263	0.166	0.166	0.142
0.3125	0.555	0.384	0.2	0.161
0.227	0.20.178	0.454	0.227	0.185
0.294	0.357	0.5	0.217	0.135
0.277	0.416	0.277	0.294	0.178
0.166	0.121	0.357	0.217	
0.294	0.2	0.384	0.208	
0.3125	0.138	0.178	0.454	
0.294	0.131	0.294	1.666	
0.217	0.25	0.3125	0.142	
0.172	0.38	0.294	0.135	
0.357	0.116	0.217	0.131	
0.217	0.125	0.238	0.135	
0.277	0.166	0.357	0.25	
0.312	0.116	0.277	0.238	
0.227	0.135	0.263	0.2	
0.454	0.161	0.384	0.192	
0.172	0.135	0.2	0.185	
0.217	0.161	0.357	0.178	
0.2	0.156	0.227	0.147	
0.25	0.142	0.227	0.135	
0.156	0.125	0.357	0.161	
0.166	0.161	0.94	0.178	
0.2	0.135	0.151	0.135	

รูปที่ ก.3 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad

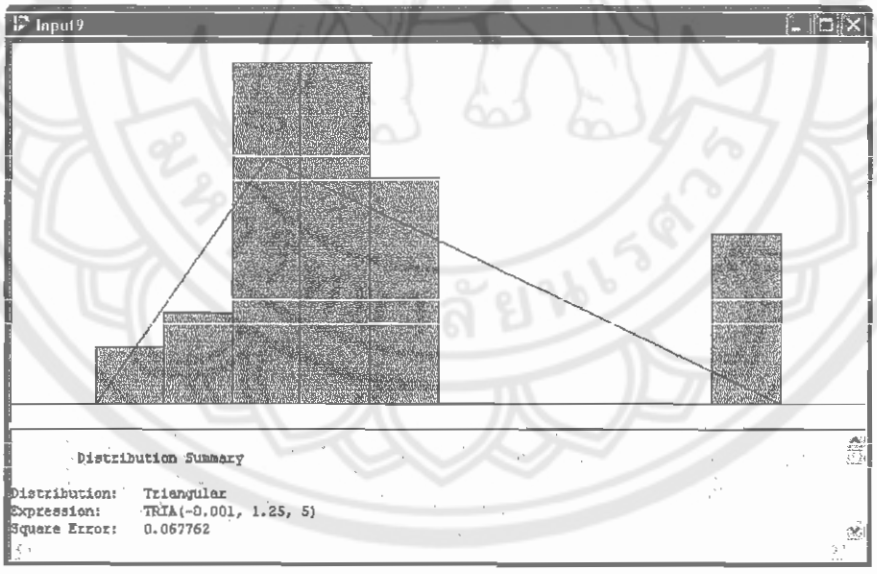


รูปที่ ก.4 แสดงการวิเคราะห์การกระจายตัวของ รถยนต์ สายนครสวรรค์

ข้อมูลการกระจายตัวของ รถมอเตอร์ไซค์ สายนครสวรรค์ (NK)

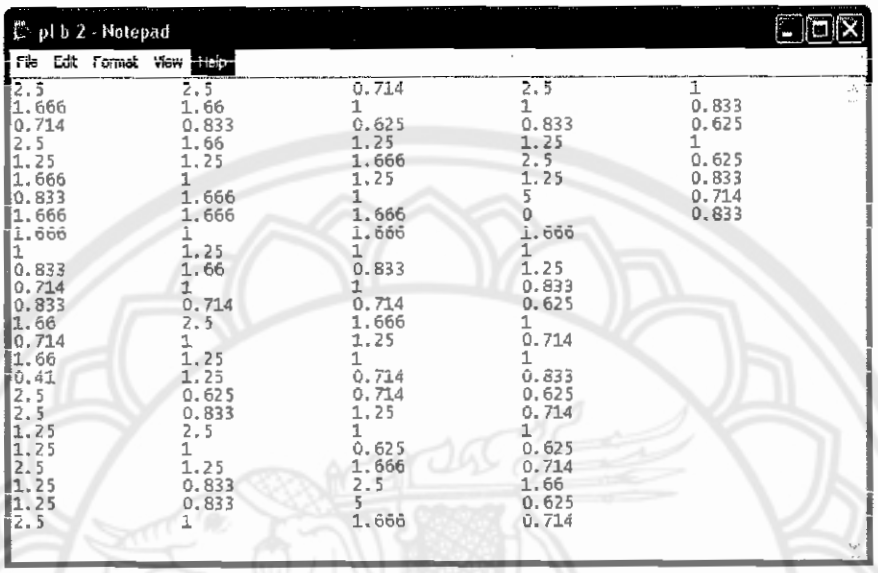


รูปที่ ก.5 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad

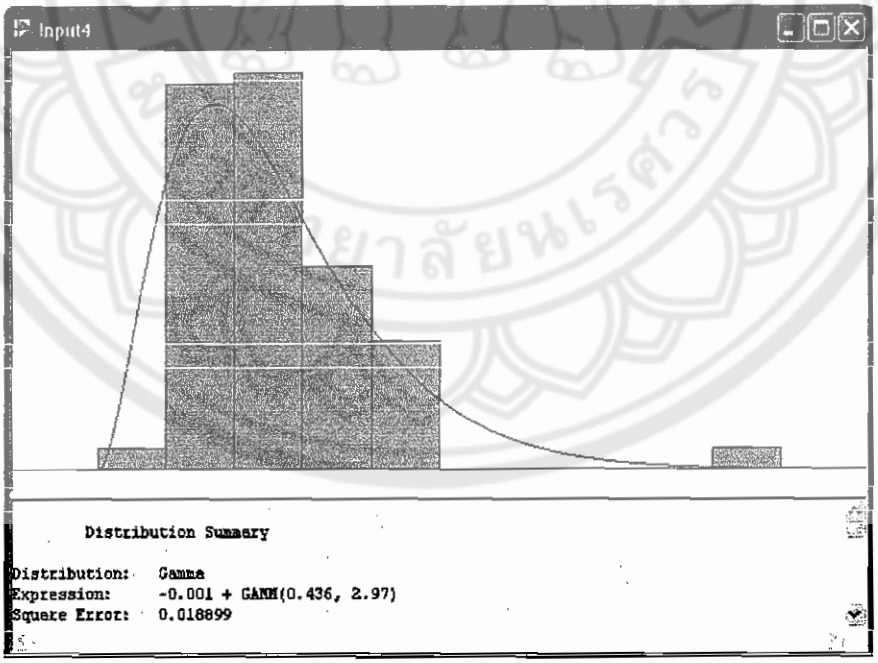


รูปที่ ก.6 แสดงการวิเคราะห์การกระจายตัวของ รถมอเตอร์ไซค์ สายนครสวรรค์

ข้อมูลการกระจายตัวของ รถบัส สายพิษณุโลก (PL)



รูปที่ ก.7 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad



รูปที่ ก.8 แสดงการวิเคราะห์การกระจายตัวของ รถบัส สายพิษณุโลก

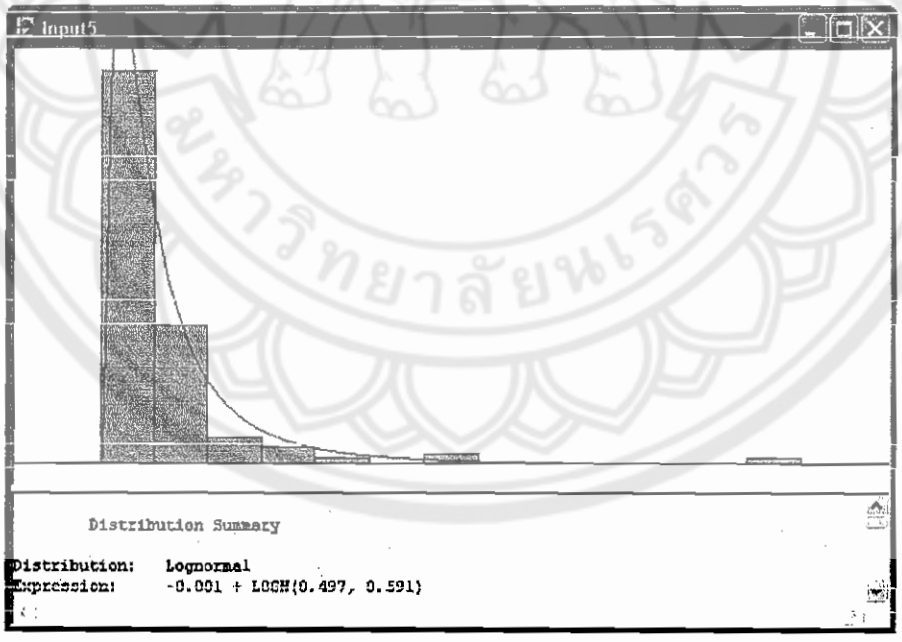
ข้อมูลการกระจายตัวของ รถยนต์ สายพิษณุโลก (PL)

plc 2 - Notepad

File Edit Format View Help

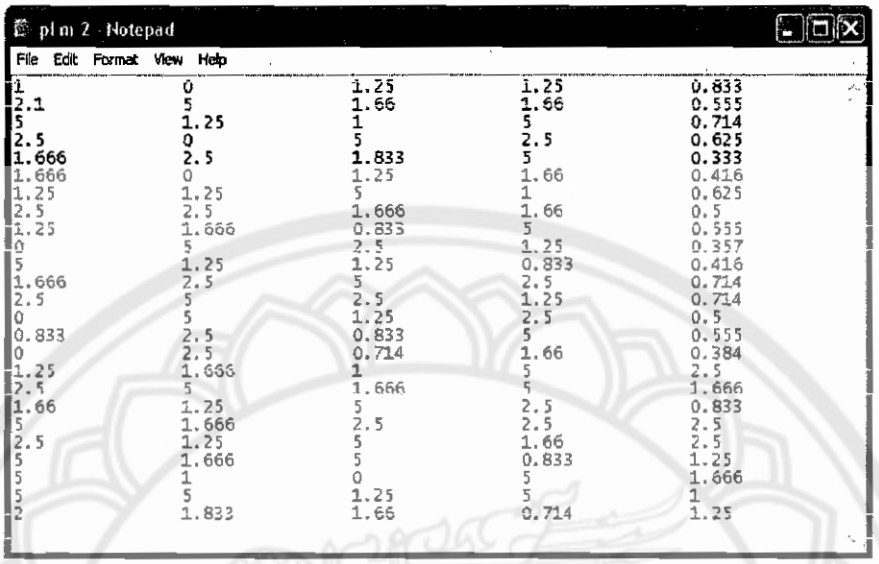
0.1428	0.5	0.625	0.185	0.333
0.1562	0.384	0.714	0.147	0.277
0.166	0.227	1	0.25	0.262
0.156	1.25	0.625	0.333	0.227
0.178	0.333	0.5	0.384	0.2
0.142	2.5	0.555	0.185	0.227
0.151	1.25	1.25	0.238	0.312
0.131	1	0.384	0.192	0.416
0.119	2.5	0.5	0.384	0.416
0.125	0	0.357	0.25	0.294
0.116	2.5	1	0.25	0.294
0.135	0.625	0.625	0.277	0.294
0.013	0	0.714	0.25	0.294
0.416	1.25	0.714	0.277	0.277
0.2	0.833	0.555	0.357	0.277
0.156	5	0.384	0.357	0.25
0.227	5	0.625	0.416	0.217
0.5	1	0.555	0.454	0.217
0.25	0.416	0.5	0.384	0.185
0.294	1.666	1.25	0.384	0.208
0.357	1	0.294	0.357	0.263
0.5	0.625	0.25	0.357	0.217
0.714	0.714	0.263	0.384	0.277
0.263	1.666	0.227	0.5	0.227
0.294	1	0.2	0.333	0.238

รูปที่ ก.9 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad

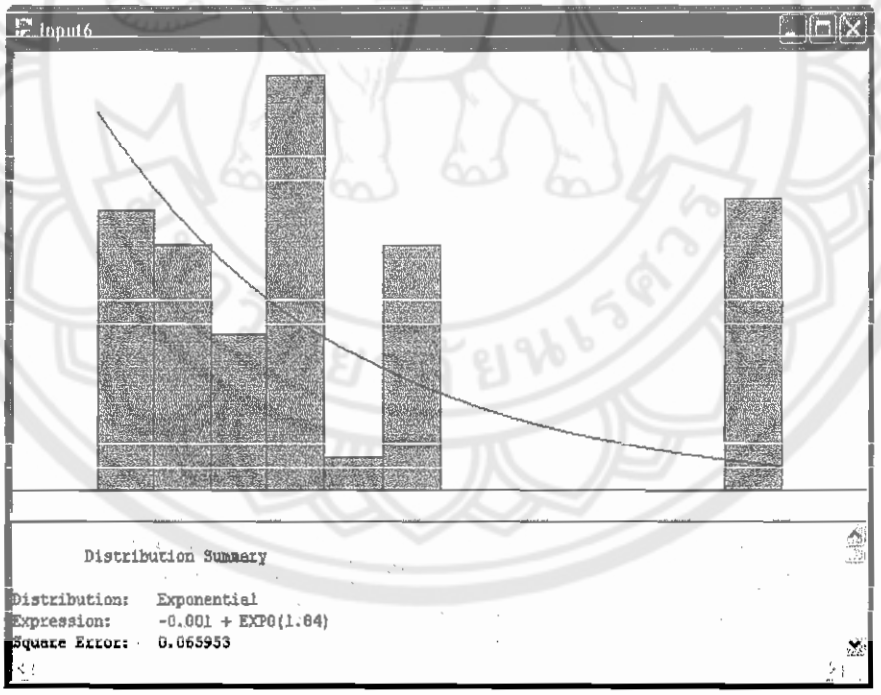


รูปที่ ก.10 แสดงการวิเคราะห์การกระจายตัวของ รถยนต์ สายพิษณุโลก

ข้อมูลการกระจายตัวของ รถมอเตอร์ไซค์ สายพิษณุโลก (PL)

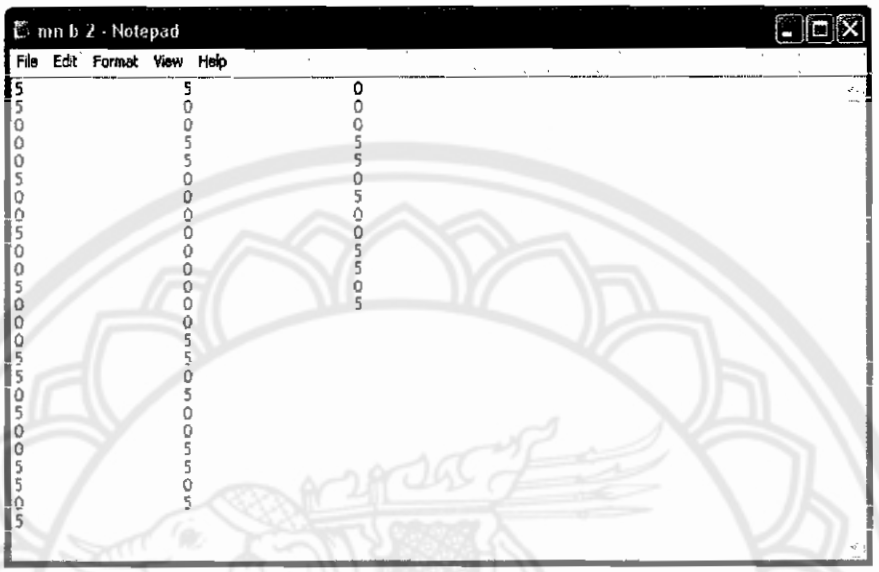


รูปที่ ก.11 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad

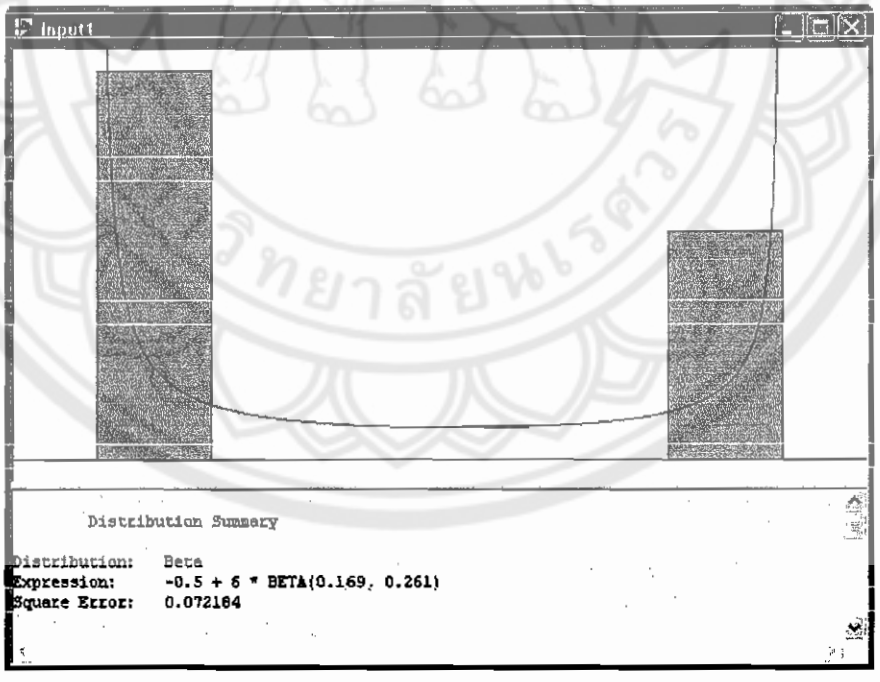


รูปที่ ก.12 แสดงการวิเคราะห์การกระจายตัวของ รถมอเตอร์ไซค์ สายพิษณุโลก

ข้อมูลการกระจายตัวของ รถบัส สาย ม.นเรศวร (NU)

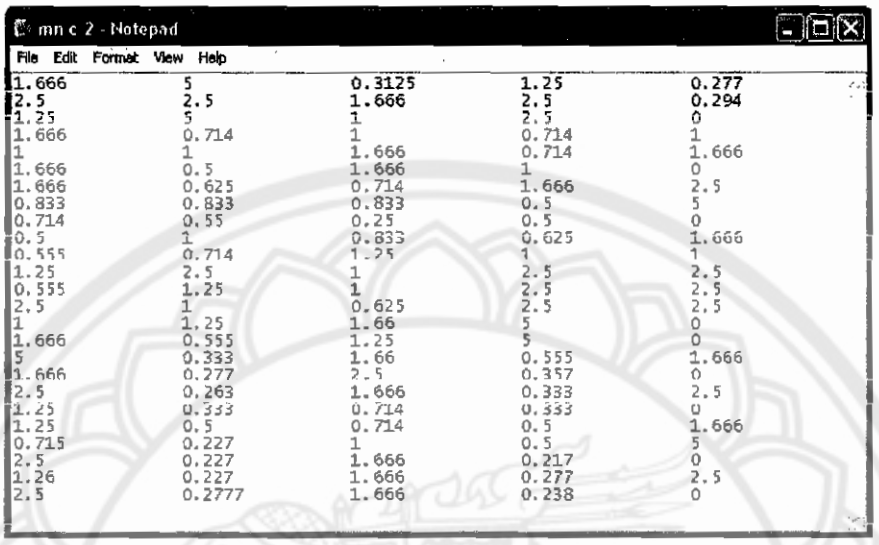


รูปที่ ก.13 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad

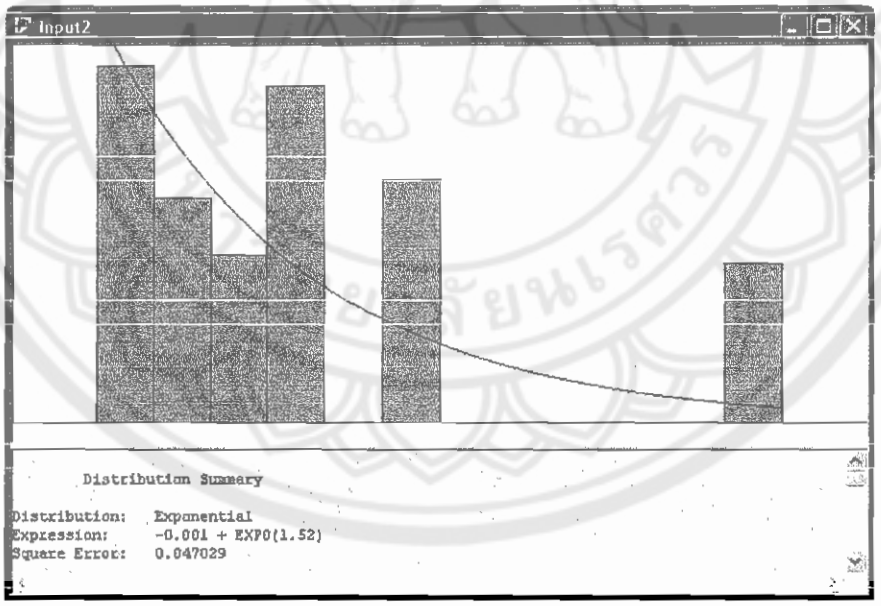


รูปที่ ก.14 แสดงการวิเคราะห์การกระจายตัวของ รถบัส สาย ม.นเรศวร

ข้อมูลการกระจายตัวของ รถยนต์ สาย ม.นเรศวร (NU)

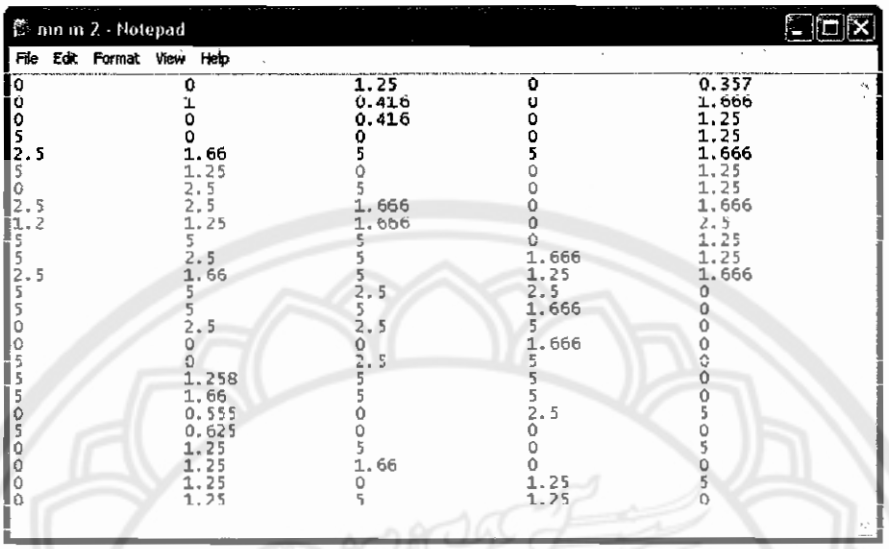


รูปที่ ก.15 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad

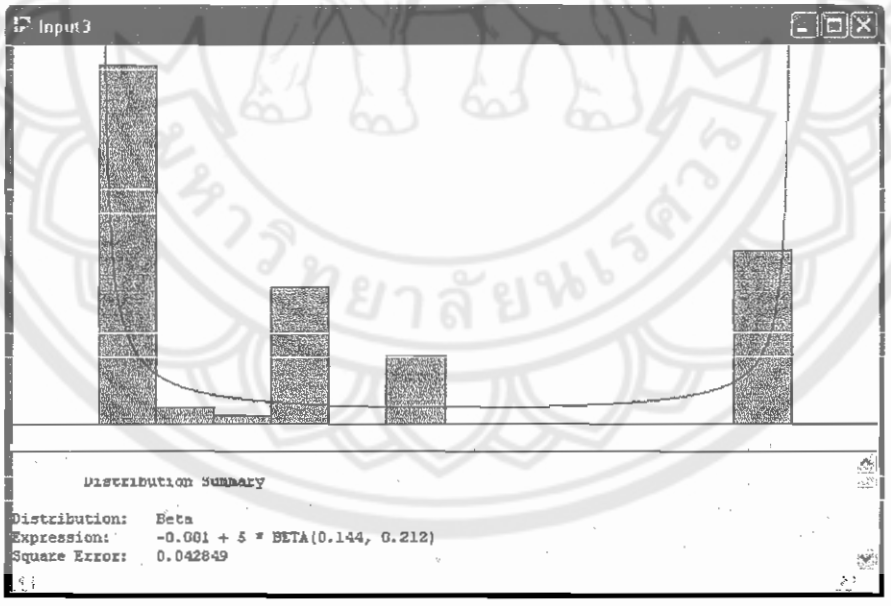


รูปที่ ก.16 แสดงการวิเคราะห์การกระจายตัวของ รถยนต์ สาย ม.นเรศวร

ข้อมูลการกระจายตัวของ มอเตอร์ไซค์ สายม.นเรศวร (NU)



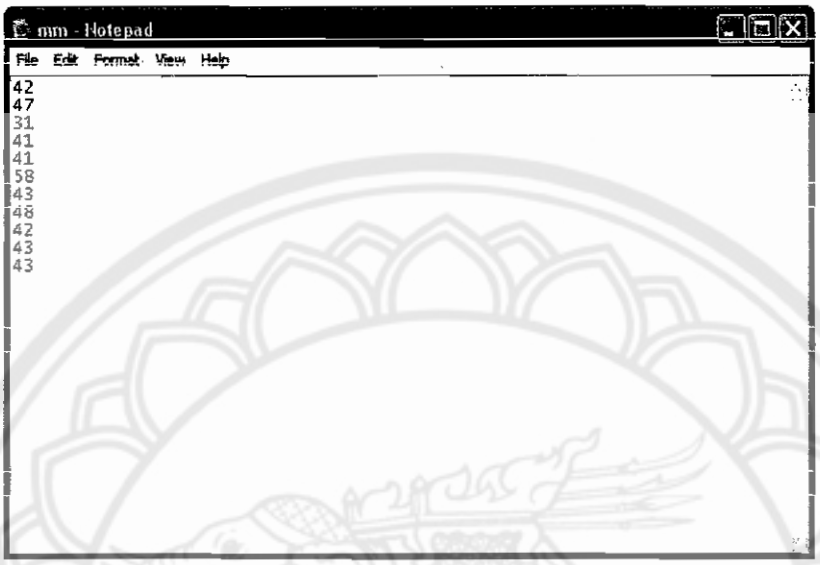
รูปที่ ข.17 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad



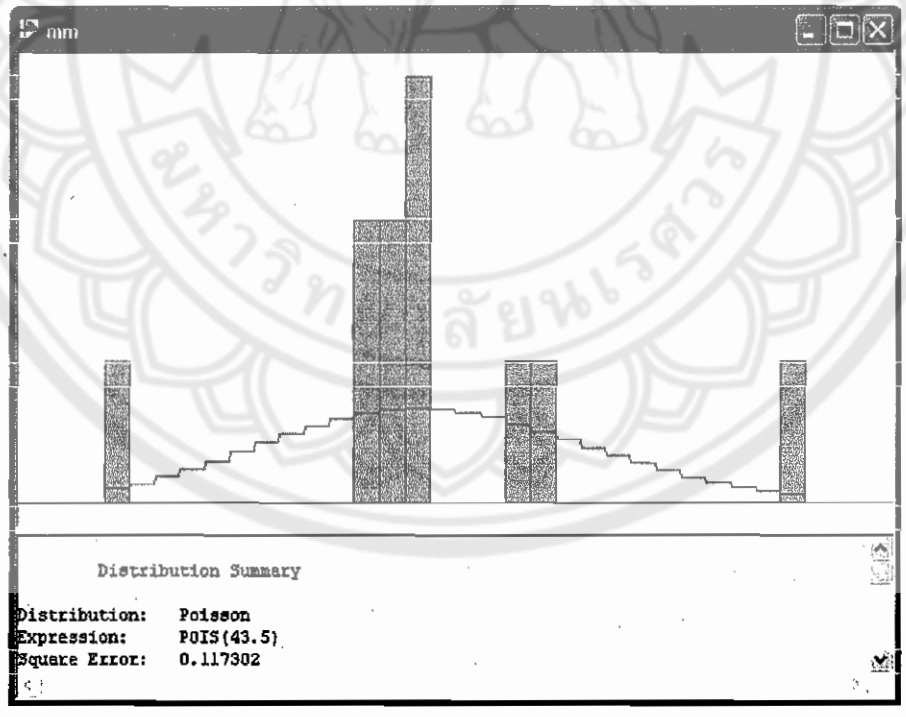
รูปที่ ก.18 แสดงการวิเคราะห์การกระจายตัวของ มอเตอร์ไซค์ สายม.นเรศวร

Module route

ข้อมูลการกระจายตัวการเคลื่อนที่ของ รถมอเตอร์ไซค์

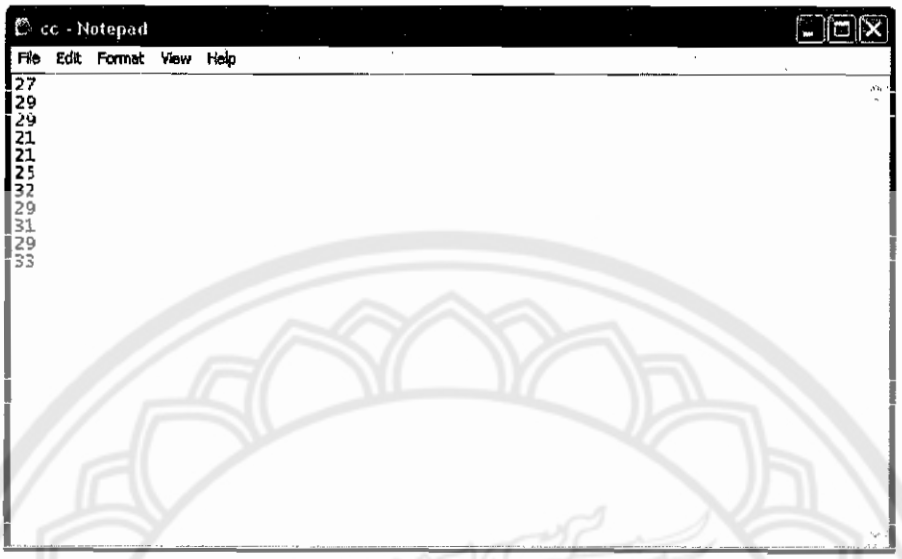


รูปที่ ก.19 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad

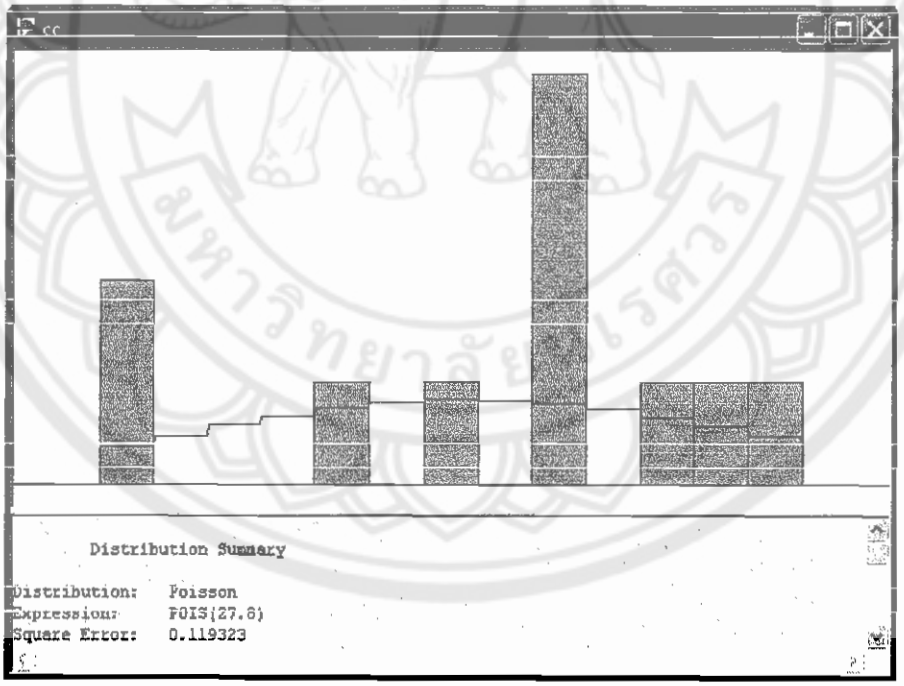


รูปที่ ก.20 แสดงการวิเคราะห์การกระจายตัวการเคลื่อนที่ของ รถมอเตอร์ไซค์

ข้อมูลการกระจายตัวการเคลื่อนที่ของ รถยนต์

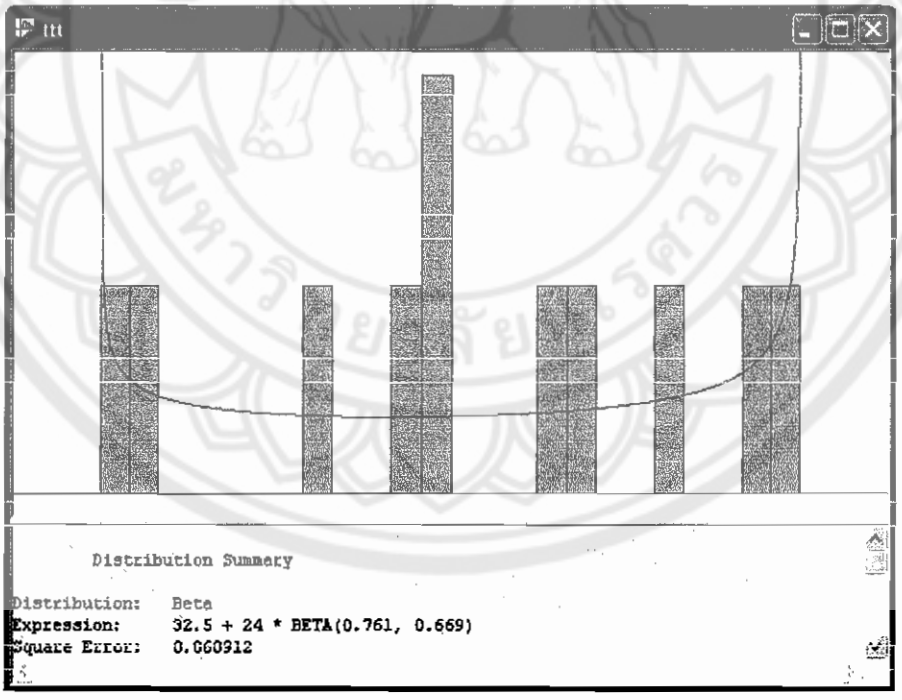


รูปที่ ก.21 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad



ข้อมูลการกระจายตัวการเคลื่อนที่ของ รถบัส

รูปที่ ก.23 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad



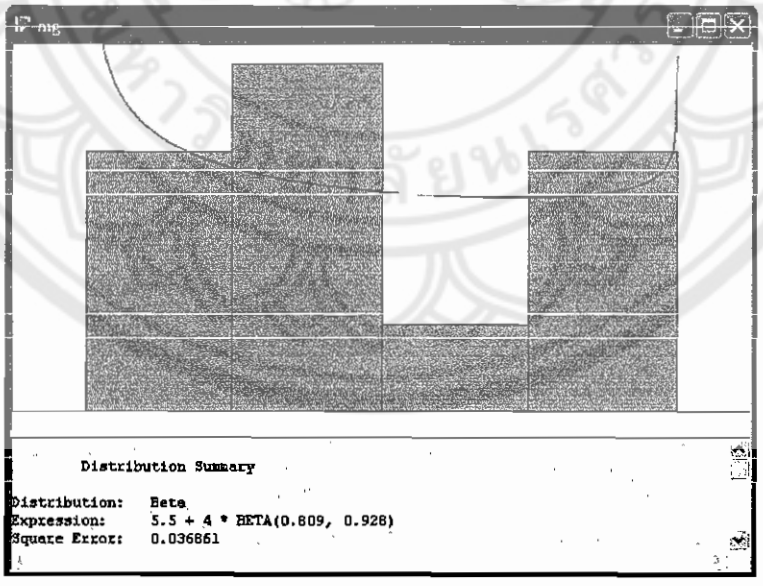
รูปที่ ก.24 แสดงการวิเคราะห์การกระจายตัวการเคลื่อนที่ของ รถบัส

Module route

(ข้อมูลการกระจายตัวของข้อมูลการเลี้ยวและตรงของรถแต่ละชนิด)

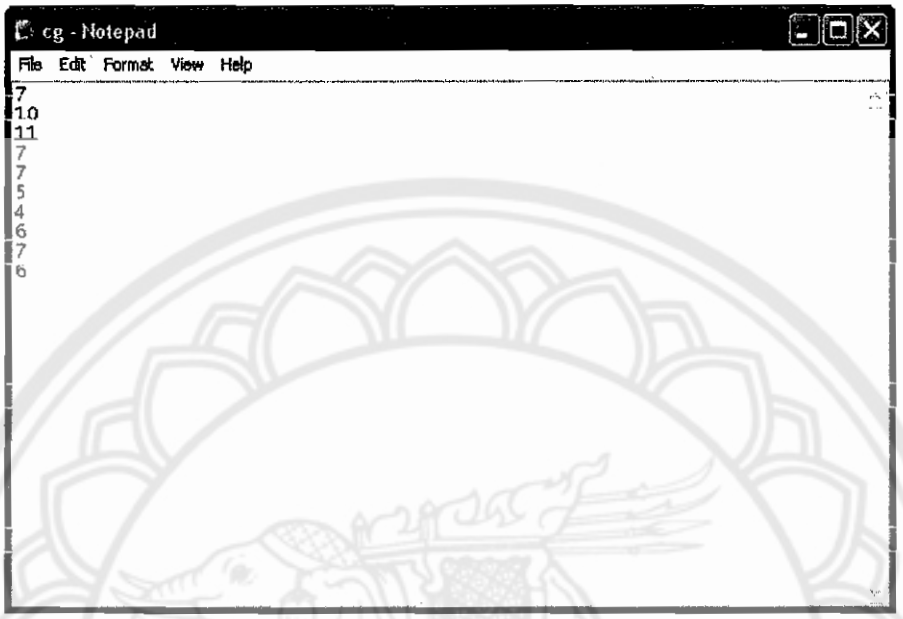
ข้อมูลการกระจายตัวของ รถมอเตอร์ไซค์ ในเส้นทางตรง

รูปที่ ก.25 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad

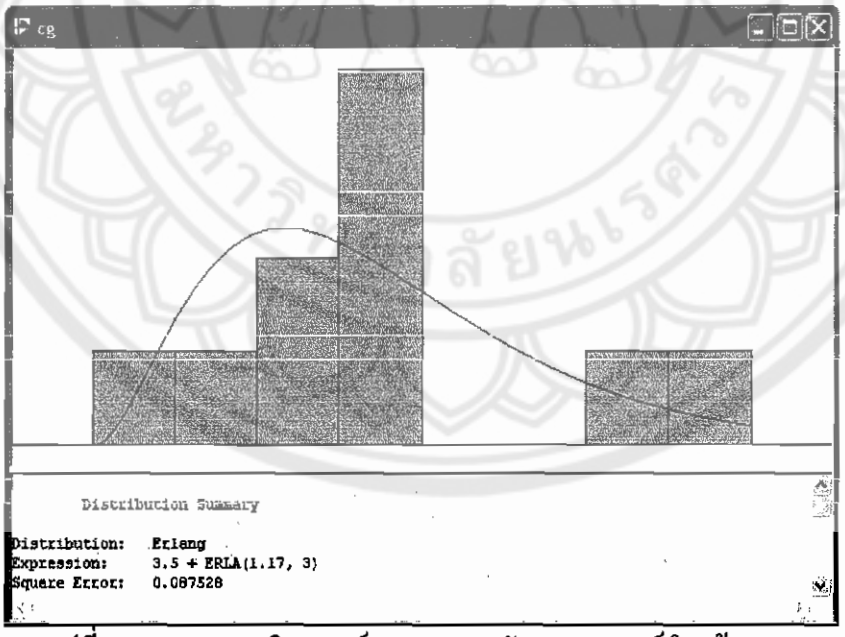


รูปที่ ก.26 แสดงการวิเคราะห์การกระจายตัวของ รถรถมอเตอร์ไซค์ ในเส้นทางตรง

ข้อมูลการกระจายตัวของ รถยนต์ ในเส้นทางตรง

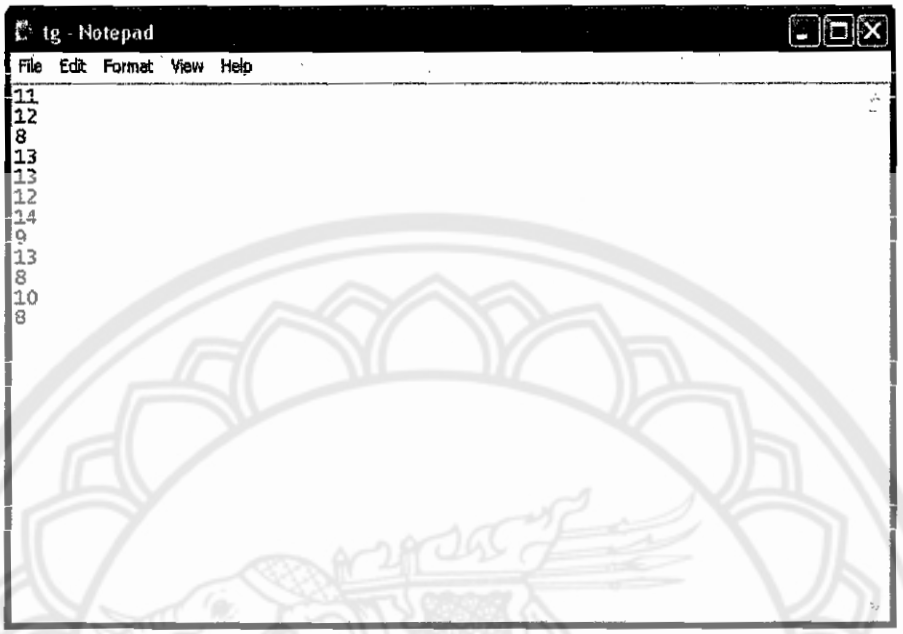


รูปที่ ก.27 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad

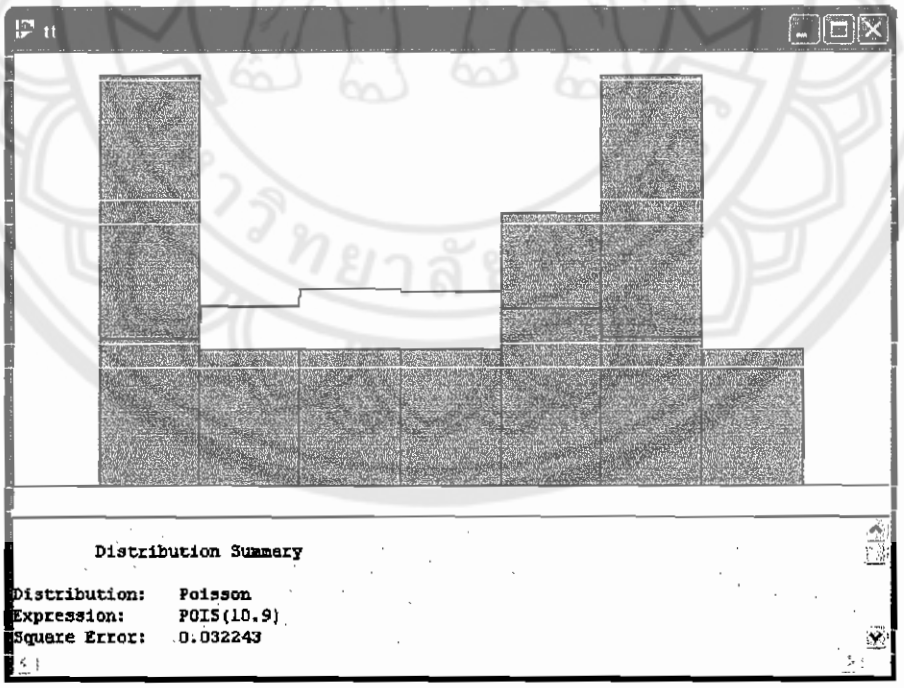


รูปที่ ก.28 แสดงการวิเคราะห์การกระจายตัวของ รถยนต์ ในเส้นทางตรง

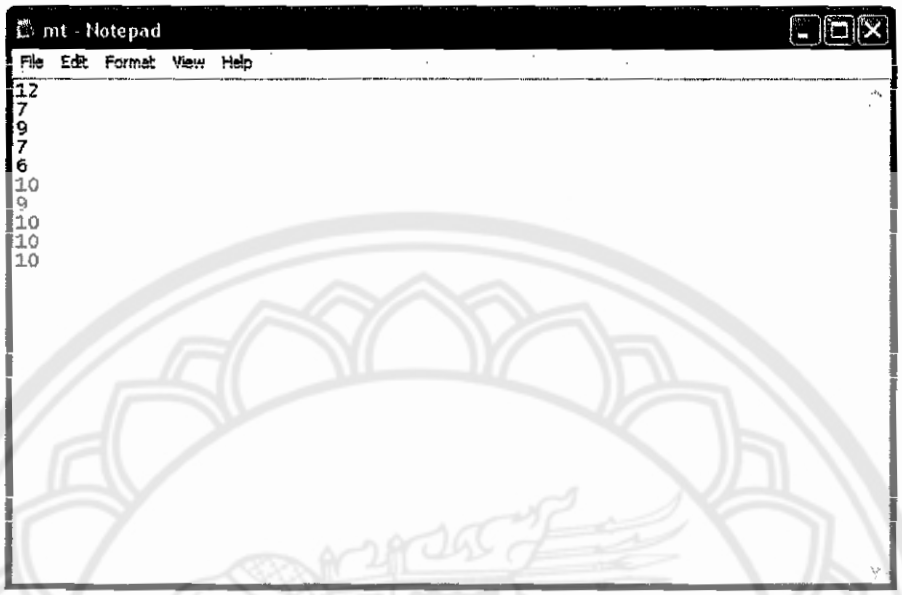
ข้อมูลการกระจายตัวของ รถบัส ในเส้นทางตรง



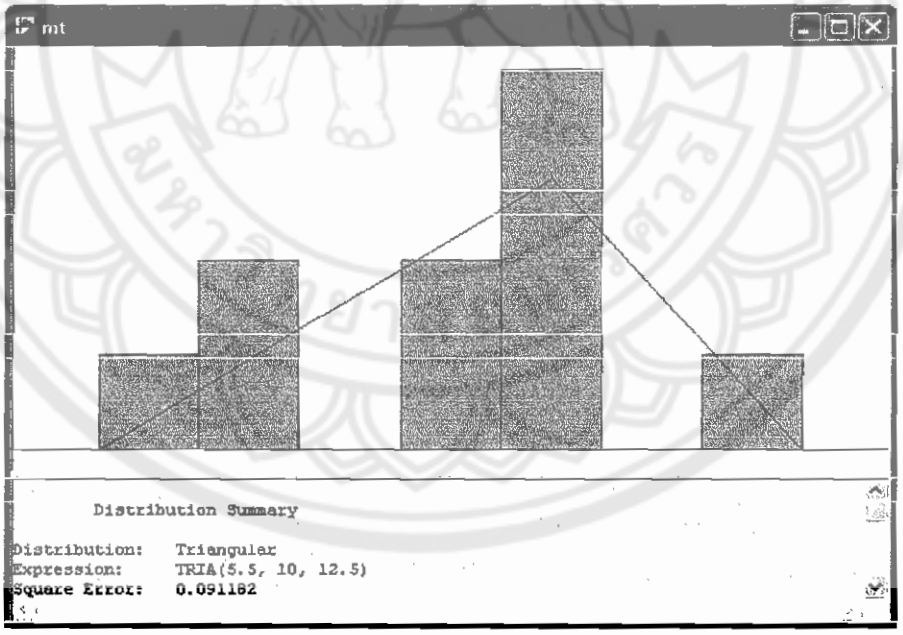
รูปที่ ก.29 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad



ข้อมูลการกระจายตัวของ รถมอเตอร์ไซค์ ในเส้นทางเลี้ยว

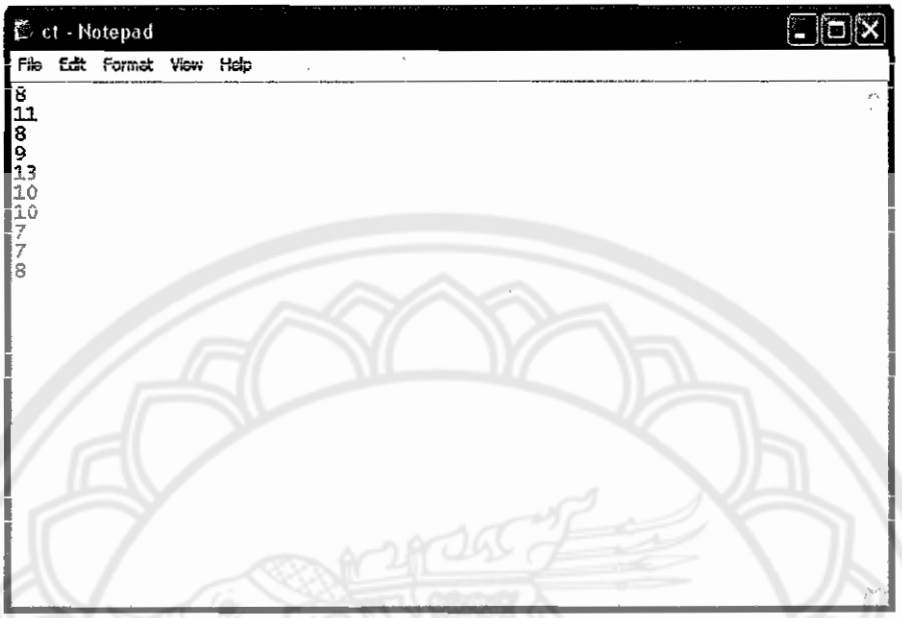


รูปที่ ก.31 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad

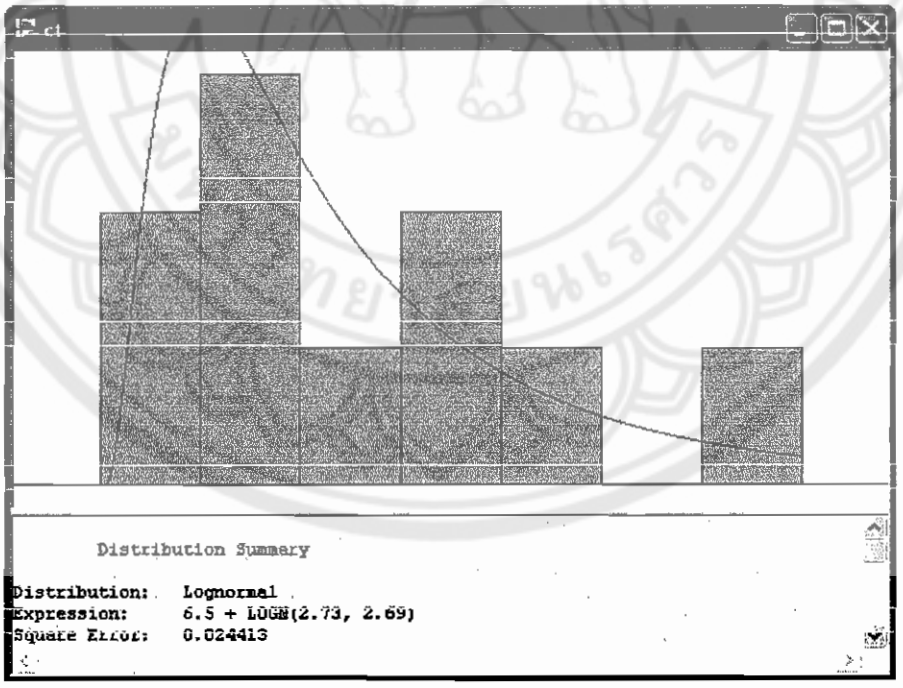


รูปที่ ก.32 แสดงการวิเคราะห์การกระจายตัวของ รถมอเตอร์ไซค์ ในเส้นทางเลี้ยว

ข้อมูลการกระจายตัวของ รถยนต์ ในเส้นทางเลี้ยว

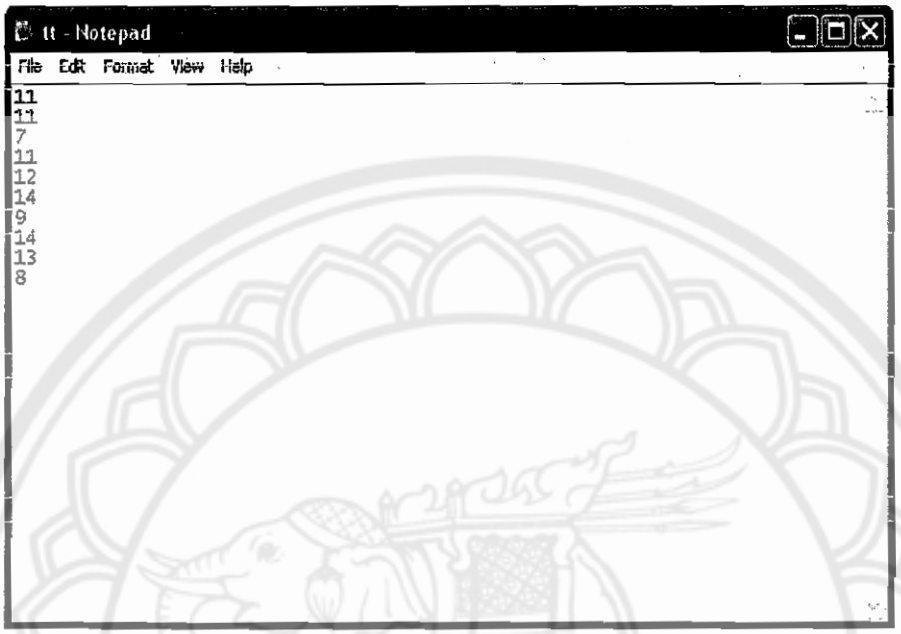


รูปที่ ก.33 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad

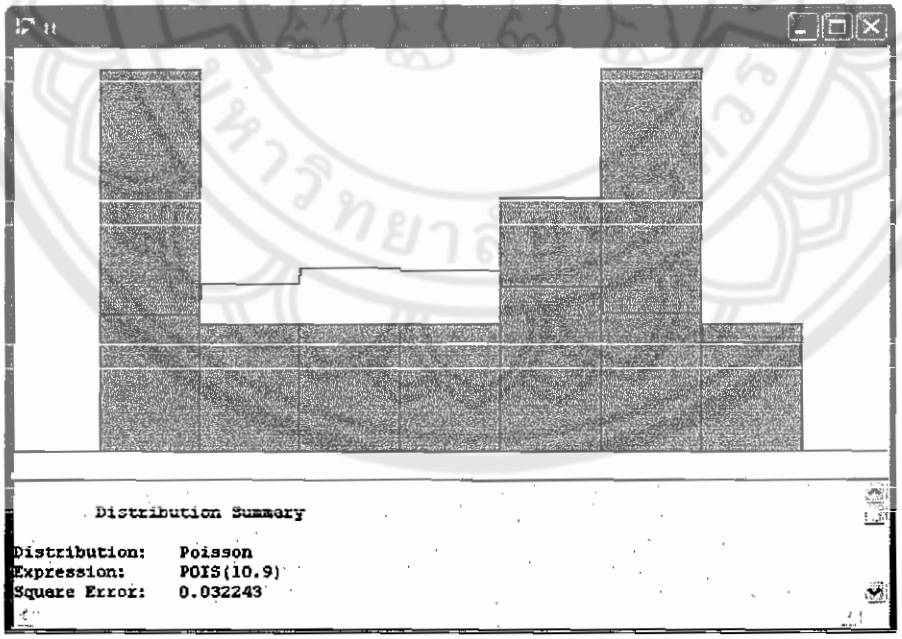


รูปที่ ก.34 แสดงการวิเคราะห์การกระจายตัวของ รถยนต์ ในเส้นทางเลี้ยว

ข้อมูลการกระจายตัวของ รถบัส ในเส้นทางเลี้ยว



รูปที่ ก.35 ข้อมูลที่นำเข้าลง Note Pad



ภาคผนวก ข

ผลที่ออกมาจากการรันโปรแกรม Minitab คือ สมการรีเกรสชั่น
อยู่ในบทที่ 3

1.Box Behnken Design (BBD)

Regression Analysis: AWT versus NK, PL, NU

The regression equation is

ΔAWT = 0.005 + 9.89 NK - 9.14 PL + 10.6 NU

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0.0053	0.1457	0.04	0.971
NK	0.3388	0.1996	1.70	0.118
PL	-9.1397	0.1996	-45.80	0.000
NU	10.6405	0.1996	53.32	0.000

S = 0.5644 R-Sq = 99.8% R-Sq(adj) = 99.7%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	1574.96	524.99	1647.83	0.000
Residual Error	11	3.50	0.32		
Total	14	1578.46			

Source	DF	Seq SS
NK	1	0.92
PL	1	668.28
NU	1	905.76

Unusual Observations

Obs	NK	AWT	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
12	0.00	2.452	1.506	0.318	0.946	2.03R

R denotes an observation with a large standardized residual

Regression Analysis: NOQ versus NK, PL, NU

The regression equation is

ΔNOQ = 1.32 - 1.154 NK - 0.919 PL + 0.585 NU

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1.3240	0.1877	7.05	0.000
NK	-0.1540	0.2570	-0.60	0.561
PL	-0.9190	0.2570	-3.58	0.004
NU	0.5850	0.2570	2.28	0.044

S = 0.7269 R-Sq = 62.5% R-Sq(adj) = 52.3%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	9.6840	3.2280	6.11	0.011
Residual Error	11	5.8123	0.5284		
Total	14	15.4963			

Source	DF	Seq SS
NK	1	0.1897
PL	1	6.7565
NU	1	2.7378

Unusual Observations

Obs	NK	NOQ	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	-1.00	4.380	2.397	0.409	1.983	3.30R

R denotes an observation with a large standardized residual

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1.12873	0.01207	93.55	0.000
NK	0.27000	0.02830	9.54	0.000
PL	-0.59200	0.02830	-20.92	0.000
NU	0.61400	0.02830	21.70	0.000

S = 0.04002 R-Sq = 99.3% R-Sq(adj) = 99.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	1.60072	0.53357	333.18	0.000
Residual Error	7	0.01121	0.00160		
Total	10	1.61193			

Source	DF	Seq SS
NK	1	0.14580
PL	1	0.70093
NU	1	0.75399

Unusual Observations

Obs	NK	NOQ	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
5	0.00	1.6540	1.7207	0.0308	-0.0667	-2.61R
6	0.00	0.4700	0.5367	0.0308	-0.0667	-2.61R

R denotes an observation with a large standardized residual

2. Orthogonal and Uniform-Precision Rota table Central Composite Designs (OUPRCC)

ส่วนหน้า

Regression Analysis: AWT versus NK, PL, NU

The regression equation is

ΔAWT = - 0.107 + 10.95 NK - 9.83 PL + 10.2 NU

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-0.10727	0.02180	-4.92	0.002
NK	0.20900	0.05112	4.09	0.005
PL	-9.83300	0.05112	-192.37	0.000
NU	10.2150	0.0511	199.84	0.000

S = 0.07229 R-Sq = 100.0% R-Sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	402.16	134.05	25652.22	0.000
Residual Error	7	0.04	0.01		
Total	10	402.19			

Source	DF	Seq SS
NK	1	0.09
PL	1	193.38
NU	1	208.69

Unusual Observations

Obs	NK	AWT	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
2	0.00	-10.4340	-10.3223	0.0556	-0.1117	-2.42R
4	0.00	9.9960	10.1077	0.0556	-0.1117	-2.42R

R denotes an observation with a large standardized residual

Regression Analysis: NOQ versus NK, PL, NU

The regression equation is

ΔNOQ = 1.13 + 0.997 NK - 0.592 PL + 0.614 NU

3. Orthogonal and Uniform-Precision Rota table Central Composite Designs (OUPRCC)

ส่วน มุม

Regression Analysis: AWT versus NK, PL, NU

The regression equation is

ΔAWT = - 0.289 + 11.1 NK - 9.41 PL + 9.73 NU

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-0.2893	0.1759	-1.65	0.134
NK	0.2805	0.2397	1.17	0.272
PL	-9.4111	0.2272	-41.42	0.000
NU	9.7301	0.2272	42.82	0.000

S = 0.6200 R-Sq = 99.8% R-Sq(adj) = 99.7%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	1445.09	481.70	1253.17	0.000
Residual Error	9	3.46	0.38		
Total	12	1448.54			

Source	DF	Seq SS
NK	1	169.65
PL	1	570.69
NU	1	704.75

Unusual Observations

Obs	NK	AWT	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
4	1.00	-20.142	-19.150	0.388	-0.992	-2.05R

R denotes an observation with a large standardized residual

Regression Analysis: NOQ versus NK, PL, NU

The regression equation is

ΔNOQ = 1.12 + 0.995 NK - 0.479 PL + 0.553 NU

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1.12129	0.01513	74.12	0.000
NK	0.19537	0.02062	9.48	0.000
PL	-0.47859	0.01955	-24.48	0.000
NU	0.55259	0.01955	28.27	0.000

S = 0.05333 R-Sq = 99.3% R-Sq(adj) = 99.1%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	3.7630	1.2543	440.99	0.000
Residual Error	9	0.0256	0.0028		
Total	12	3.7886			

Source	DF	Seq SS
NK	1	0.0407
PL	1	1.4493
NU	1	2.2730

Unusual Observations

Obs	NK	NOQ	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	-1.00	0.7520	0.8519	0.0351	-0.0999	-2.49R
7	1.00	1.2900	1.3907	0.0387	-0.1007	-2.74R

R denotes an observation with a large standardized residual

ผลที่ได้จากการรันรูปแบบการทดลอง L_9ในโปรแกรม Minitab ในบทที่ 4

General Linear Model: AWT versus NK, PL, NU

Factor	Type	Levels	Values
NK	fixed	3	-1 0 1
PL	fixed	3	-1 0 1
NU	fixed	3	-1 0 1

Analysis of Variance for AWT, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
NK	2	6051.8	6051.8	3025.9	2442.51	0.000
PL	2	375.4	375.4	187.7	151.53	0.000
NU	2	395.8	395.8	197.9	159.75	0.000
Error	83	102.8	102.8	1.2		
Total	89	6925.9				

Unusual Observations for AWT

Obs	AWT	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
27	-40.6800	-37.7451	0.3104	-2.9349	-2.75R
61	-37.6600	-40.3168	0.3104	2.6568	2.49R
89	-44.7900	-42.4281	0.3104	-2.3619	-2.21R

R denotes an observation with a large standardized residual.

General Linear Model: NOQ versus NK, PL, NU

Factor	Type	Levels	Values
NK	fixed	3	-1 0 1
PL	fixed	3	-1 0 1
NU	fixed	3	-1 0 1

Analysis of Variance for NOQ, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
NK	2	323.13	323.13	161.56	195.01	0.000
PL	2	286.93	286.93	143.46	173.16	0.000
NU	2	12.60	12.60	6.30	7.61	0.001
Error	83	68.76	68.76	0.83		
Total	89	691.42				

Unusual Observations for NOQ

Obs	NOQ	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
73	3.03000	1.17122	0.25385	1.85878	2.13R

R denotes an observation with a large standardized residual

ผลที่ได้จากการรันรูปแบบการทดลองแบบ Factorial Design แบบ 3^3ในโปรแกรม Minitab ในบทที่ 4

General Linear Model: AWT versus NK, PL, NU

Factor	Type	Levels	Values
NK	fixed	3	-1 0 1
PL	fixed	3	-1 0 1
NU	fixed	3	-1 0 1

Analysis of Variance for AWT, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
NK	2	113677	113677	56839	242.72	0.000
PL	2	20184	20184	10092	43.10	0.000
NU	2	1197	1197	598	2.55	0.080
Error	263	61587	61587	234		
Total	269	196645				

Unusual Observations for AWT

Obs	AWT	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
21	-141.140	-73.723	2.464	-67.417	-4.46R
48	-140.840	-73.723	2.464	-67.117	-4.44R
75	-141.080	-73.723	2.464	-67.357	-4.46R
102	-139.800	-73.723	2.464	-66.077	-4.38R
129	-138.960	-73.723	2.464	-65.237	-4.32R
156	-139.700	-73.723	2.464	-65.977	-4.37R
183	-139.580	-73.723	2.464	-65.857	-4.36R
210	-139.360	-73.723	2.464	-65.637	-4.35R
237	-140.620	-73.723	2.464	-66.897	-4.43R
264	-138.820	-73.723	2.464	-65.097	-4.31R

R denotes an observation with a large standardized residual.

General Linear Model: NOQ versus NK, PL, NU

Factor	Type	Levels	Values
NK	fixed	3	-1 0 1
PL	fixed	3	-1 0 1
NU	fixed	3	-1 0 1

Analysis of Variance for NOQ, using Adjusted SS for Tests

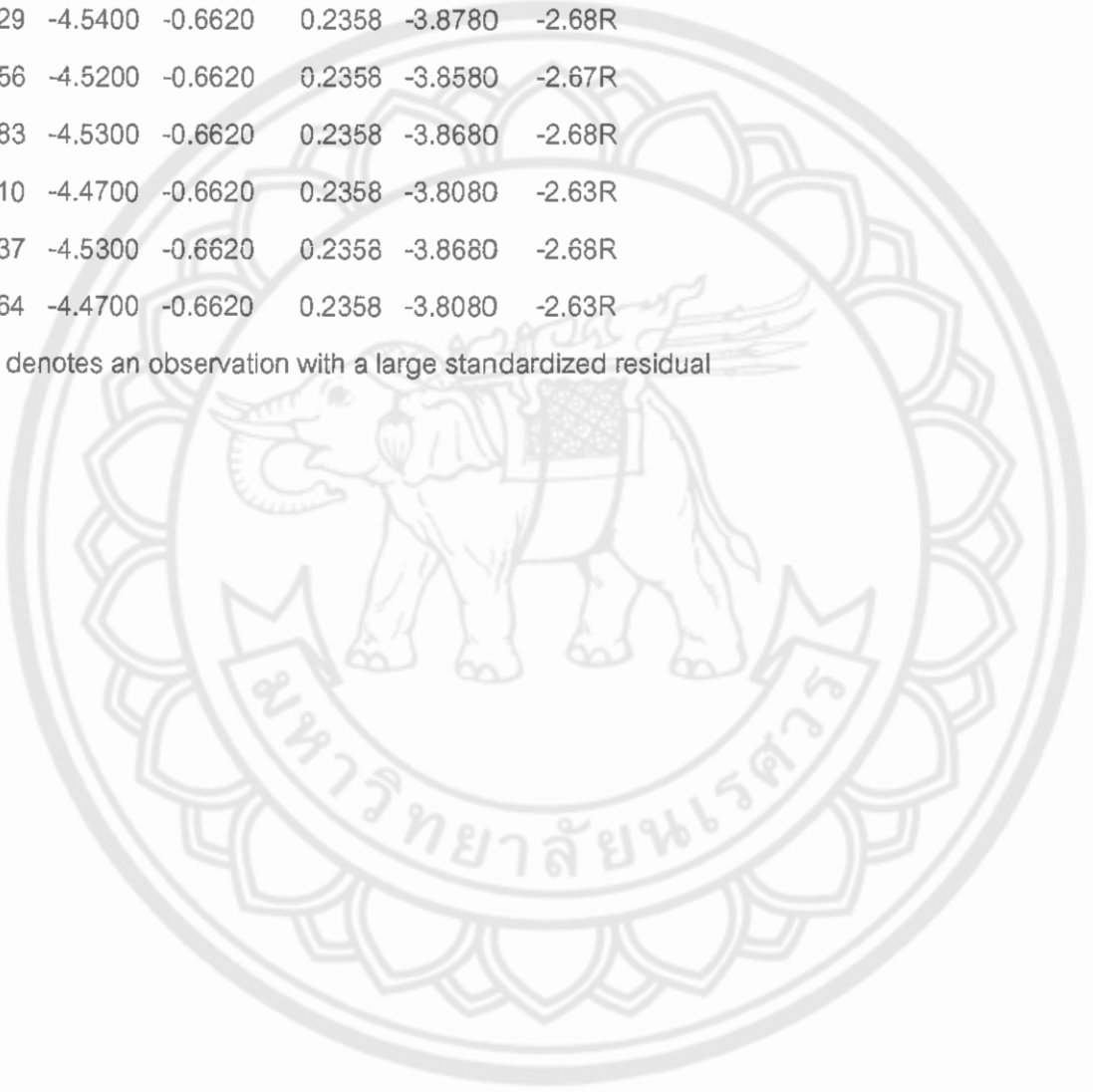
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
NK	2	420.51	420.51	210.26	98.01	0.000
PL	2	496.22	496.22	248.11	115.66	0.000
NU	2	65.81	65.81	32.90	15.34	0.000
Error	263	564.19	564.19	2.15		
Total	269	1546.73				

Unusual Observations for NOQ

Obs	NOQ	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
21	-4.5500	-0.6620	0.2358	-3.8880	-2.69R

48	-4.6400	-0.6620	0.2358	-3.9780	-2.75R
75	-4.4800	-0.6620	0.2358	-3.8180	-2.64R
83	-15.8400	1.7790	0.2358	-17.6190	-12.19R
86	-2.1000	3.7591	0.2358	-5.8591	-4.05R
102	-4.5500	-0.6620	0.2358	-3.8880	-2.69R
129	-4.5400	-0.6620	0.2358	-3.8780	-2.68R
156	-4.5200	-0.6620	0.2358	-3.8580	-2.67R
183	-4.5300	-0.6620	0.2358	-3.8680	-2.68R
210	-4.4700	-0.6620	0.2358	-3.8080	-2.63R
237	-4.5300	-0.6620	0.2358	-3.8680	-2.68R
264	-4.4700	-0.6620	0.2358	-3.8080	-2.63R

R denotes an observation with a large standardized residual



ภาคผนวก ค

ตัวย่อ

OA	- Othrogonal Array
FFD	- Full Factorial Design
RSM	- Responses Surface
AWT	- Averages Waiting Time
NOQ	- Number of Queue
BBD	- Box Benhken Design
OUPRCC	- Orthogonal and Uniform-Precision Rota Table Composite Design
NK	- แยกถนนนครสวรรค์
PL	- แยกถนนพิษณุโลก
NU	- แยกถนนหน้ามหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาคผนวก ง

ผลการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของเวลารอคอยเฉลี่ย (AWT) และจำนวนการรอคอย (NOQ) ในตัวแปร X2 และตัวแปร X3

ผลต่างของเวลารอคอยเฉลี่ย (ΔAWT)

<u>ตัวแปร X2</u>

1. Box Behnken Design (BBD)

- AWT = 0.005 + 9.89 NK - 9.14 PL + 10.6 NU

ผลการทดลองที่ได้จากการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ BBD และตัวแปร X2 ดังตารางที่ ง.1

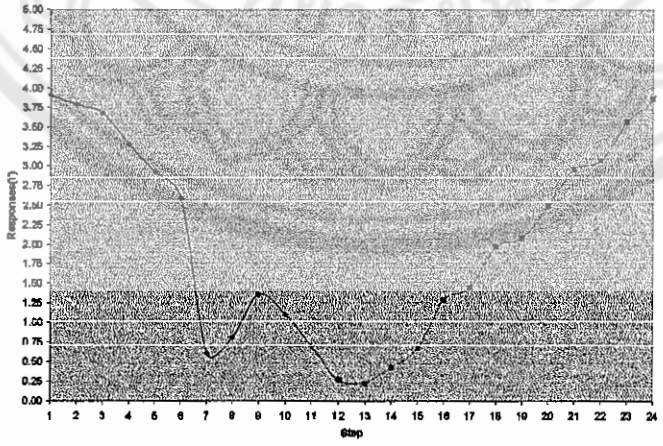
ตารางที่ ง.1 แสดงผลการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ BBD แบบ Steepest Decent

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	0.22
Δ	1.08	1	1.16	3.24	3.48	3	
Origin-Δ	1.08	1	1.16	36.76	36.52	37	3.64
Origin-2Δ	2.16	2	2.32	33.52	33.04	34	3.44
Origin-3Δ	3.24	3	3.48	30.28	29.56	31	2.75
Origin-4Δ	4.32	4	4.64	27.04	26.08	28	2.6
Origin-5Δ	5.40	5	5.80	23.80	22.60	25	2.38
Origin-6Δ	6.48	6	6.96	20.56	19.12	22	2.07
Origin-7Δ	7.56	7	8.12	17.32	15.64	19	1.73
Origin-8Δ	8.64	8	9.28	14.08	12.16	16	1.41
Origin-9Δ	9.72	9	10.44	10.84	8.68	13	1.17
Origin-10Δ	10.80	10	11.60	7.60	5.20	10	0.88
Origin-11Δ	11.88	11	12.76	4.36	1.72	7	0.59
Origin-12Δ	12.96	12	13.92	1.12	-1.76	4	0.26

ตารางที่ ง.2 แสดงผลการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ BBD แบบ Steepest Ascent

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	0.22
Δ	1.08	1	1.16	3.24	3	3.48	
Origin+Δ	1.08	1	1.16	43.24	43	43.48	0.43
Origin+2Δ	2.16	2	2.32	46.48	46	46.96	0.68
Origin+3Δ	3.24	3	3.48	49.72	49	50.44	1.29
Origin+4Δ	4.32	4	4.64	52.96	52	53.92	1.45
Origin+5Δ	5.40	5	5.80	56.20	55	57.40	1.97
Origin+6Δ	6.48	6	6.96	59.44	58	60.88	2.08
Origin+7Δ	7.56	7	8.12	62.68	61	64.36	2.49
Origin+8Δ	8.64	8	9.28	65.92	64	67.84	2.96
Origin+9Δ	9.72	9	10.44	69.16	67	71.32	3.07
Origin+10Δ	10.80	10	11.60	72.40	70	74.80	3.56
Origin+11Δ	11.88	11	12.76	75.64	73	78.28	3.86
Origin+12Δ	12.96	12	13.92	78.88	76	81.76	4.59

กราฟที่ ง.1 แสดงการ Steepest Decent และ Steepest Ascent ของ BBD



2. Orthogonal and Uniform-Precision Rotatable Central Composite Designs (OUPRCC)

ส่วนหน้า

- ΔAWT = - 0.107 + 10.95 NK - 9.83 PL + 10.2 NU

ตารางที่ ง.3 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ OUPRCC ส่วนหน้า

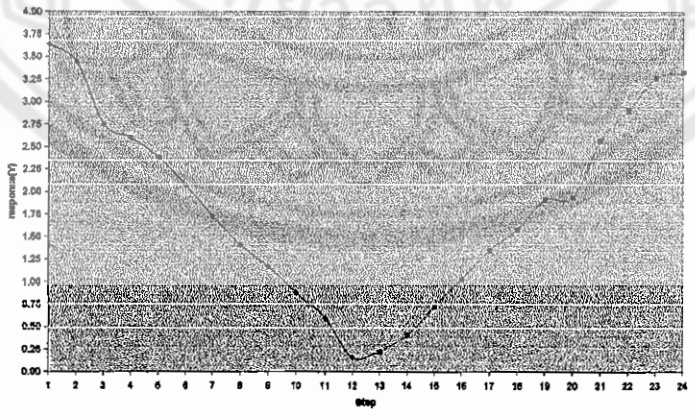
แบบ Steepest Decent

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	0.22
Δ	1.11	1	1.03	3.33	3	3.09	
Origin- Δ	1.11	1	1.03	36.67	37	36.91	3.64
Origin-2 Δ	2.22	2	2.06	33.34	34	33.82	3.44
Origin-3 Δ	3.33	3	3.09	30.01	31	30.73	2.75
Origin-4 Δ	4.44	4	4.12	26.68	28	27.64	2.6
Origin-5 Δ	5.55	5	5.15	23.35	25	24.55	2.38
Origin-6 Δ	6.66	6	6.18	20.02	22	21.46	2.07
Origin-7 Δ	7.77	7	7.21	16.69	19	18.37	1.73
Origin-8 Δ	8.88	8	8.24	13.36	16	15.28	1.41
Origin-9 Δ	9.99	9	9.27	10.03	13	12.19	1.17
Origin-10 Δ	11.10	10	10.30	6.70	10	9.10	0.88
Origin-11 Δ	12.21	11	11.33	3.37	7	6.01	0.59
Origin-12 Δ	13.32	12	12.36	0.04	4	2.92	0.16

ตารางที่ ง.4 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ OUPRCC ส่วนหน้า แบบ Steepest Ascent

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	0.22
Δ	1.11	1	1.03	3.33	3	3.09	
Origin+Δ	1.11	1	1.03	43.33	43	43.09	0.41
Origin+2Δ	2.22	2	2.06	46.66	46	46.18	0.72
Origin+3Δ	3.33	3	3.09	49.99	49	49.27	1.03
Origin+4Δ	4.44	4	4.12	53.32	52	52.36	1.35
Origin+5Δ	5.55	5	5.15	56.65	55	55.45	1.58
Origin+6Δ	6.66	6	6.18	59.98	58	58.54	1.91
Origin+7Δ	7.77	7	7.21	63.31	61	61.63	1.94
Origin+8Δ	8.88	8	8.24	66.64	64	64.72	2.57
Origin+9Δ	9.99	9	9.27	69.97	67	67.81	2.9
Origin+10Δ	11.10	10	10.30	73.30	70	70.90	3.26
Origin+11Δ	12.21	11	11.33	76.63	73	73.99	3.32
Origin+12Δ	13.32	12	12.36	79.96	76	77.08	3.38

กราฟที่ ง.2 แสดงการ Steepest Decent และ Steepest Ascentของ OUPRCC ส่วนหน้า



3. Orthogonal and Uniform-Precision Rotatable Central Composite Designs (OUPRCC)

ส่วนมุม

- ΔAWT = - 0.289 + 11.1 NK - 9.41 PL + 9.73 NU

ตารางที่ ง.5 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ OUPRCC ส่วนมุม

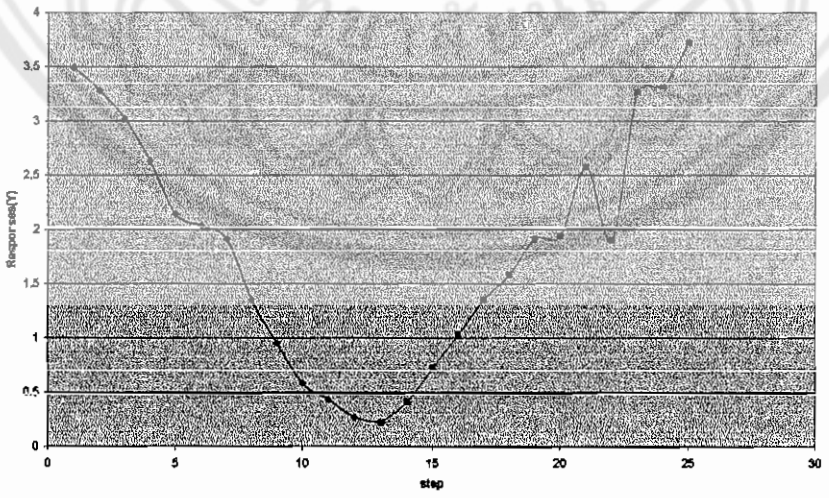
แบบ Steepest Decent

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	0.22
Δ	1.18	1	1.03	3.54	3	3.09	
Origin-Δ	1.18	1	1.03	36.46	37	36.91	3.49
Origin-2Δ	2.36	2	2.06	32.92	34	33.82	3.28
Origin-3Δ	3.54	3	3.09	29.38	31	30.73	3.02
Origin-4Δ	4.72	4	4.12	25.84	28	27.64	2.63
Origin-5Δ	5.90	5	5.15	22.30	25	24.55	2.14
Origin-6Δ	7.08	6	6.18	18.76	22	21.46	2.03
Origin-7Δ	8.26	7	7.21	15.22	19	18.37	1.91
Origin-8Δ	9.44	8	8.24	11.68	16	15.28	1.35
Origin-9Δ	10.62	9	9.27	8.14	13	12.19	0.95
Origin-10Δ	11.80	10	10.30	4.60	10	9.10	0.58
Origin-11Δ	12.98	11	11.33	1.06	7	6.01	0.43
Origin-12Δ	14.16	12	12.36	-2.48	4	2.92	0.27

ตารางที่ ง.6 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ OUPRCC ส่วนมุม แบบ Steepest Ascent

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	0.22
Δ	1.18	1	1.03	1.18	3	1.03	
Origin-Δ	1.18	1	1.03	41.18	43	41.03	0.41
Origin-2Δ	2.36	2	2.06	42.36	47	42.06	0.72
Origin-3Δ	3.54	3	3.09	43.54	50	43.09	1.03
Origin-4Δ	4.72	4	4.12	44.72	53	44.12	1.35
Origin-5Δ	5.90	5	5.15	45.90	56	45.15	1.58
Origin-6Δ	7.08	6	6.18	47.08	59	46.18	1.91
Origin-7Δ	8.26	7	7.21	48.26	62	47.21	1.94
Origin-8Δ	9.44	8	8.24	49.44	65	48.24	2.57
Origin-9Δ	10.62	9	9.27	50.62	68	49.27	1.9
Origin-10Δ	11.80	10	10.30	51.80	71	50.30	3.26
Origin-11Δ	12.98	11	11.33	52.98	74	51.33	3.32
Origin-12Δ	14.16	12	12.36	54.16	77	52.36	3.72

กราฟที่ ง.3 แสดงการ Steepest Decent และ Steepest Ascentของ OUPRCC ส่วนมุม



ตัวแปร X3

1. Box Behnken Design (BBD)

- ΔAWT = 0.005 + 9.89 NK - 9.14 PL + 10.6 NU

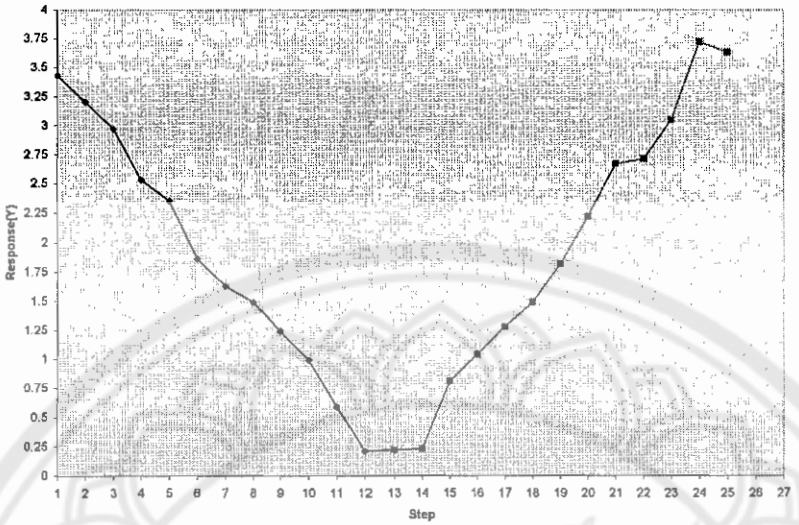
ตารางที่ ง.7 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ BBD แบบ Steepest Decent

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	0.22
Δ	0.93	0.86	1	2.79	2.58	3	
Origin-Δ	0.93	0.86	1	37.21	37.42	37	3.43
Origin-2Δ	1.86	1.72	2	34.42	34.84	34	3.2
Origin-3Δ	2.79	2.58	3	31.63	32.26	31	2.97
Origin-4Δ	3.72	3.44	4	28.84	29.68	28	2.53
Origin-5Δ	4.65	4.30	5	26.05	27.10	25	2.35
Origin-6Δ	5.58	5.16	6	23.26	24.52	22	1.86
Origin-7Δ	6.51	6.02	7	20.47	21.94	19	1.63
Origin-8Δ	7.44	6.88	8	17.68	19.36	16	1.49
Origin-9Δ	8.37	7.74	9	14.89	16.78	13	1.24
Origin-10Δ	9.30	8.60	10	12.10	14.20	10	0.99
Origin-11Δ	10.23	9.46	11	9.31	11.62	7	0.59
Origin-12Δ	11.16	10.32	12	6.52	9.04	4	0.21

ตารางที่ ง.8 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ BBD แบบ Steepest Ascent

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	0.22
Δ	0.93	0.86	1	2.79	2.58	3	
Origin+Δ	0.93	0.86	1	42.79	42.58	43	0.23
Origin+2Δ	1.86	1.72	2	45.58	45.16	47	0.81
Origin+3Δ	2.79	2.58	3	48.37	47.74	50	1.04
Origin+4Δ	3.72	3.44	4	51.16	50.32	53	1.28
Origin+5Δ	4.65	4.30	5	53.95	52.90	56	1.49
Origin+6Δ	5.58	5.16	6	56.74	55.48	59	1.82
Origin+7Δ	6.51	6.02	7	59.53	58.06	62	2.22
Origin+8Δ	7.44	6.88	8	62.32	60.64	65	2.67
Origin+9Δ	8.37	7.74	9	65.11	63.22	68	2.71
Origin+10Δ	9.30	8.60	10	67.90	65.80	71	3.05
Origin+11Δ	10.23	9.46	11	70.69	68.38	74	3.72
Origin+12Δ	11.16	10.32	12	73.48	70.96	77	3.63

กราฟที่ ง.4 แสดงการ Steepest Decent และ Steepest Ascent ของ BBD



2. Orthogonal and Uniform-Precision Rotatable Central Composite Designs (OUPRCC) ส่วนหน้า

- $\Delta AWT = - 0.107 + 10.95\ NK - 9.83\ PL + 10.2\ NU$

ตารางที่ ง.9 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ OUPRCC ส่วนหน้า แบบ Steepest Decent

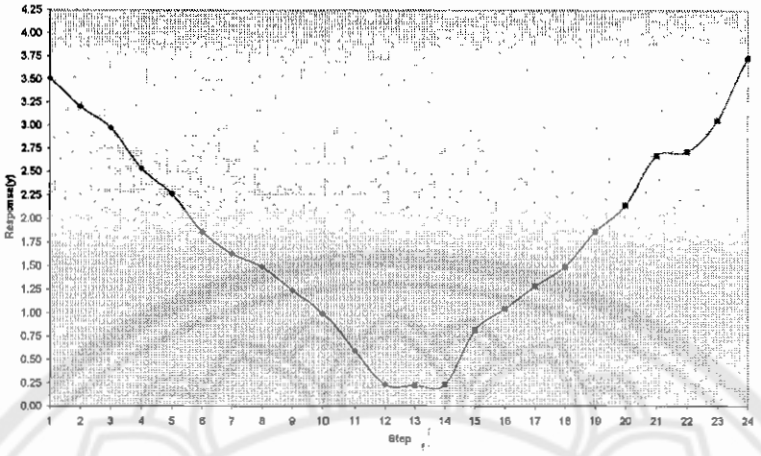
	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	0.22
Δ	1.07	0.96	1	3.21	2.88	3	
Origin- Δ	1.07	0.96	1	36.79	37.12	37	3.51
Origin-2 Δ	2.14	1.92	2	33.58	34.24	34	3.20
Origin-3 Δ	3.21	2.88	3	30.37	31.36	31	2.97
Origin-4 Δ	4.28	3.84	4	27.16	28.48	28	2.53
Origin-5 Δ	5.35	4.80	5	23.95	25.60	25	2.26
Origin-6 Δ	6.42	5.76	6	20.74	22.72	22	1.86
Origin-7 Δ	7.49	6.72	7	17.53	19.84	19	1.63
Origin-8 Δ	8.56	7.68	8	14.32	16.96	16	1.49
Origin-9 Δ	9.63	8.64	9	11.11	14.08	13	1.24

Origin-10 Δ	10.70	9.60	10	7.90	11.20	10	0.99
Origin-11 Δ	11.77	10.56	11	4.69	8.32	7	0.59
Origin-12 Δ	12.84	11.52	12	1.48	5.44	4	0.23

ตารางที่ ง.10 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ OUPRCC ส่วนหน้า แบบ Steepest Ascent

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	0.22
Δ	1.07	0.96	1	3.21	2.88	3	
Origin+Δ	1.07	0.96	1	43.21	42.88	43	0.23
Origin+2Δ	2.14	1.92	2	46.42	45.76	47	0.81
Origin+3Δ	3.21	2.88	3	49.63	48.64	50	1.04
Origin+4Δ	4.28	3.84	4	52.84	51.52	53	1.28
Origin+5Δ	5.35	4.80	5	56.05	54.40	56	1.49
Origin+6Δ	6.42	5.76	6	59.26	57.28	59	1.86
Origin+7Δ	7.49	6.72	7	62.47	60.16	62	2.14
Origin+8Δ	8.56	7.68	8	65.68	63.04	65	2.67
Origin+9Δ	9.63	8.64	9	68.89	65.92	68	2.71
Origin+10Δ	10.70	9.60	10	72.10	68.80	71	3.05
Origin+11Δ	11.77	10.56	11	75.31	71.68	74	3.72
Origin+12Δ	12.84	11.52	12	78.52	74.56	77	4.01

กราฟที่ ง.5 แสดงการ Steepest Decent และ Steepest Ascentของ OUPRCC ส่วนหน้า



3. Orthogonal and Uniform-Precision Rotatable Central Composite Designs (OUPRCC) ส่วนมุม

- ΔAWT = - 0.289 + 11.1 NK - 9.41 PL + 9.73 NU

ตารางที่ ง.11 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ OUPRCC ส่วนมุม แบบ Steepest Decent

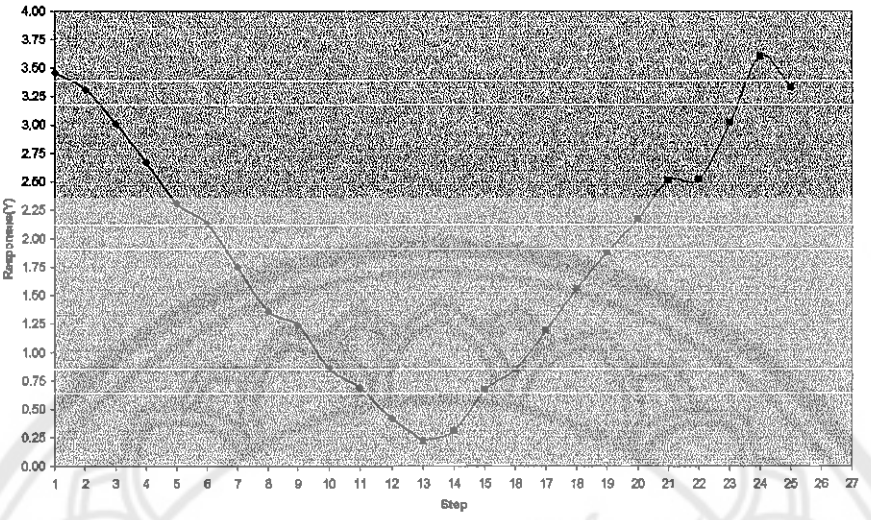
	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	0.22
Δ	1.14	0.97	1	3.42	2.91	3	
Origin-Δ	1.14	0.97	1	36.58	37.09	37	3.46
Origin-2Δ	2.28	1.94	2	33.16	34.18	34	3.31
Origin-3Δ	3.42	2.91	3	29.74	31.27	31	3.01
Origin-4Δ	4.56	3.88	4	26.32	28.36	28	2.67
Origin-5Δ	5.70	4.85	5	22.90	25.45	25	2.31
Origin-6Δ	6.84	5.82	6	19.48	22.54	22	2.13
Origin-7Δ	7.98	6.79	7	16.06	19.63	19	1.75
Origin-8Δ	9.12	7.76	8	12.64	16.72	16	1.36
Origin-9Δ	10.26	8.73	9	9.22	13.81	13	1.24
Origin-10Δ	11.40	9.70	10	5.80	10.90	10	0.86

Origin-11 Δ	12.54	10.67	11	2.38	7.99	7	0.69
Origin-12 Δ	13.68	11.64	12	-1.04	5.08	4	0.42

ตารางที่ ง.12 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ OUPRCC ส่วนมุม แบบ Steepest Ascent

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	0.22
Δ	1.14	0.97	1	3.42	2.91	3	
Origin+Δ	1.14	0.97	1	43.42	42.91	43	0.31
Origin+2Δ	2.28	1.94	2	46.84	45.82	46	0.67
Origin+3Δ	3.42	2.91	3	50.26	48.73	49	0.85
Origin+4Δ	4.56	3.88	4	53.68	51.64	52	1.19
Origin+5Δ	5.70	4.85	5	57.10	54.55	55	1.56
Origin+6Δ	6.84	5.82	6	60.52	57.46	58	1.88
Origin+7Δ	7.98	6.79	7	63.94	60.37	61	2.17
Origin+8Δ	9.12	7.76	8	67.36	63.28	64	2.51
Origin+9Δ	10.26	8.73	9	70.78	66.19	67	2.52
Origin+10Δ	11.40	9.70	10	74.20	69.10	70	3.02
Origin+11Δ	12.54	10.67	11	77.62	72.01	73	3.60
Origin+12Δ	13.68	11.64	12	81.04	74.92	74	3.33

กราฟที่ ง.6 แสดงการ Steepest Decent และ Steepest Ascentของ OUPRCC ส่วนมุม



ผลต่างของจำนวนการรอคอย

<u>ตัวแปร X2</u>

1. Box Behnken Design (BBD)

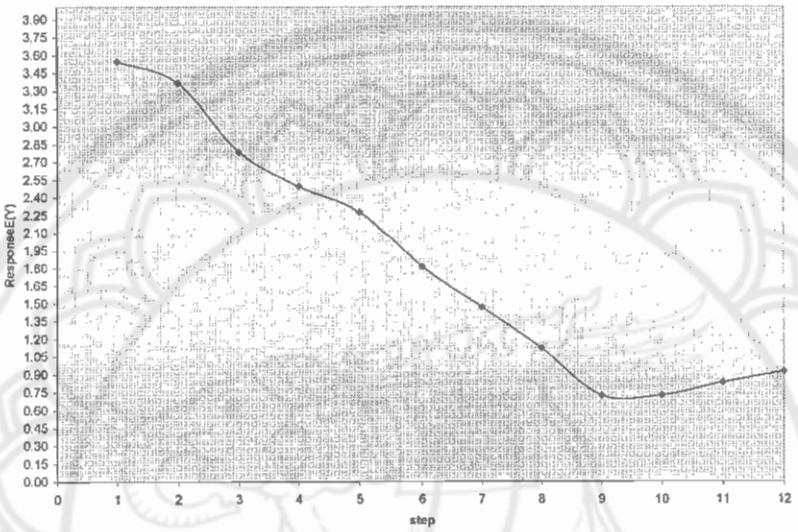
- $\Delta NOQ = 1.32 - 1.154\ NK - 0.919\ PL + 0.585\ NU$

ตารางที่ ง.13 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ BBD

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	3.76
Δ	1.26	1	0.64	3.78	3	1.92	
Origin-Δ	1.26	1	0.64	36.22	37	38.08	3.55
Origin-2Δ	2.52	2	1.28	32.44	34	36.16	3.37
Origin-3Δ	3.78	3	1.92	28.66	31	34.24	2.79
Origin-4Δ	5.04	4	2.56	24.88	28	32.32	2.50
Origin-5Δ	6.30	5	3.20	21.10	25	30.40	2.28
Origin-6Δ	7.56	6	3.84	17.32	22	28.48	1.81
Origin-7Δ	8.82	7	4.48	13.54	19	26.56	1.47
Origin-8Δ	10.08	8	5.12	9.76	16	24.64	1.12
Origin-9Δ	11.34	9	5.76	5.98	13	22.72	0.72

Origin-10 Δ	12.60	10	6.40	2.20	10	20.80	0.72
Origin-11 Δ	13.86	11	7.04	-1.58	7	18.88	0.83
Origin-12 Δ	15.12	12	7.68	-5.36	4	16.96	0.93

กราฟที่ ง.7 แสดงการ Steepest Decent ของ BBD



2. Orthogonal and Uniform-Precision Rotatable Central Composite Designs (OUPRCC)

ส่วนหน้า

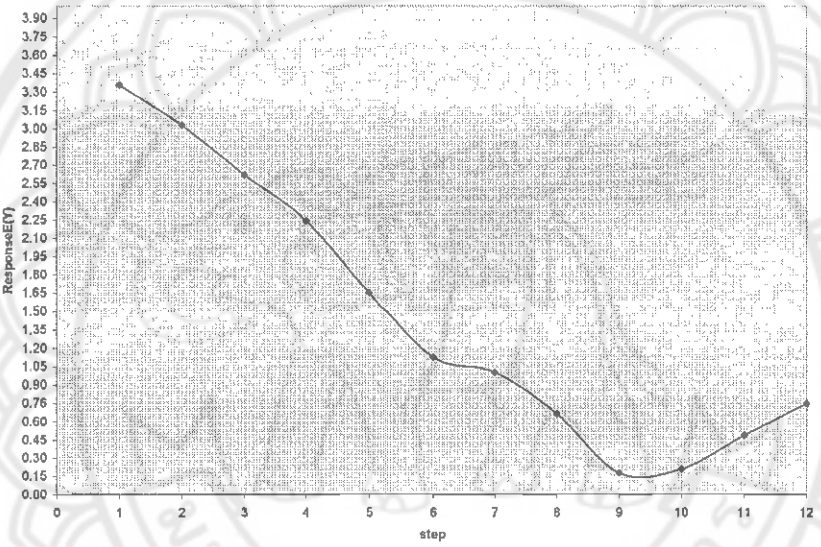
- $\Delta NOQ = 1.13 - 0.997\ NK - 0.592\ PL + 0.614\ NU$

ตารางที่ ง.14 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ OUPRCC ส่วนหน้า

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	3.76
Δ	1.68	1	1.03	5.04	3	3.09	
Origin- Δ	1.68	1	1.03	34.96	37	36.91	3.36
Origin-2 Δ	3.36	2	2.06	29.92	34	33.82	3.03
Origin-3 Δ	5.04	3	3.09	24.88	31	30.73	2.62
Origin-4 Δ	6.72	4	4.12	19.84	28	27.64	2.24
Origin-5 Δ	8.40	5	5.15	14.80	25	24.55	1.65
Origin-6 Δ	10.08	6	6.18	9.76	22	21.46	1.12

Origin-7 Δ	11.76	7	7.21	4.72	19	18.37	1.00
Origin-8 Δ	13.44	8	8.24	-0.32	16	15.28	0.67
Origin-9 Δ	15.12	9	9.27	-5.36	13	12.19	0.18
Origin-10 Δ	16.80	10	10.30	-10.40	10	9.10	0.21
Origin-11 Δ	18.48	11	11.33	-15.44	7	6.01	0.49
Origin-12 Δ	20.16	12	12.36	-20.48	4	2.92	0.75

กราฟที่ ง.8 แสดงการ Steepest Decent ของ OUPRCC ส่วนหน้า



3. Orthogonal and Uniform-Precision Rotatable Central Composite Designs (OUPRCC) ส่วนมุม

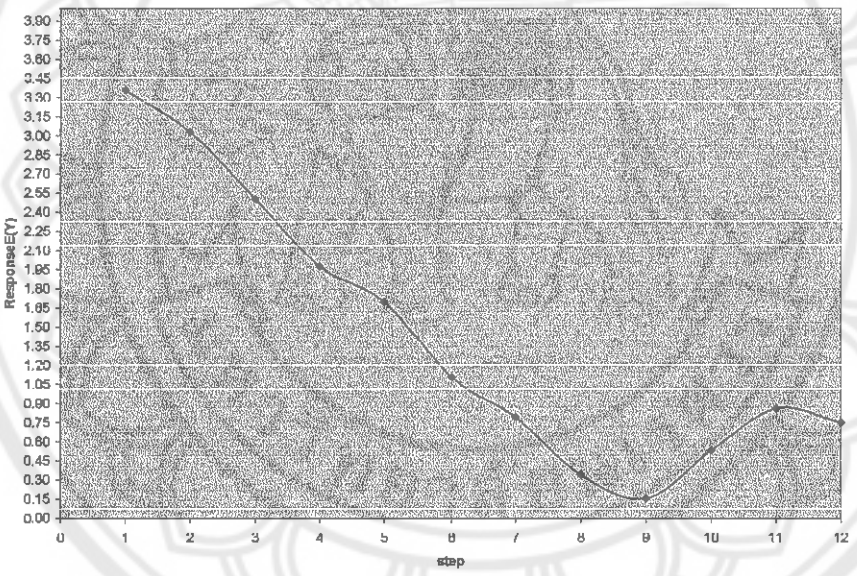
- ΔNOQ = 1.12 - 0.995 NK - 0.479 PL + 0.553 NU

ตารางที่ ง.15 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ OUPRCC ส่วนมุม

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	3.76
Δ	2.08	1	1.16	6.24	3	3.48	
Origin- Δ	2.08	1	1.16	33.76	37	36.52	3.36
Origin-2 Δ	4.16	2	2.32	27.52	34	33.04	3.03
Origin-3 Δ	6.24	3	3.48	21.28	31	29.56	2.50

Origin-4 Δ	8.32	4	4.64	15.04	28	26.08	1.98
Origin-5 Δ	10.40	5	5.80	8.80	25	22.60	1.70
Origin-6 Δ	12.48	6	6.96	2.56	22	19.12	1.11
Origin-7 Δ	14.56	7	8.12	-3.68	19	15.64	0.79
Origin-8 Δ	16.64	8	9.28	-9.92	16	12.16	0.34
Origin-9 Δ	18.72	9	10.44	-16.16	13	8.68	0.15
Origin-10 Δ	20.80	10	11.60	-22.40	10	5.20	0.53
Origin-11 Δ	22.88	11	12.76	-28.64	7	1.72	0.86
Origin-12 Δ	24.96	12	13.92	-34.88	4	-1.76	0.75

กราฟที่ ง.9 แสดงการ Steepest Decent ของ OUPRCC ส่วนมุม



ตัวแปร X3

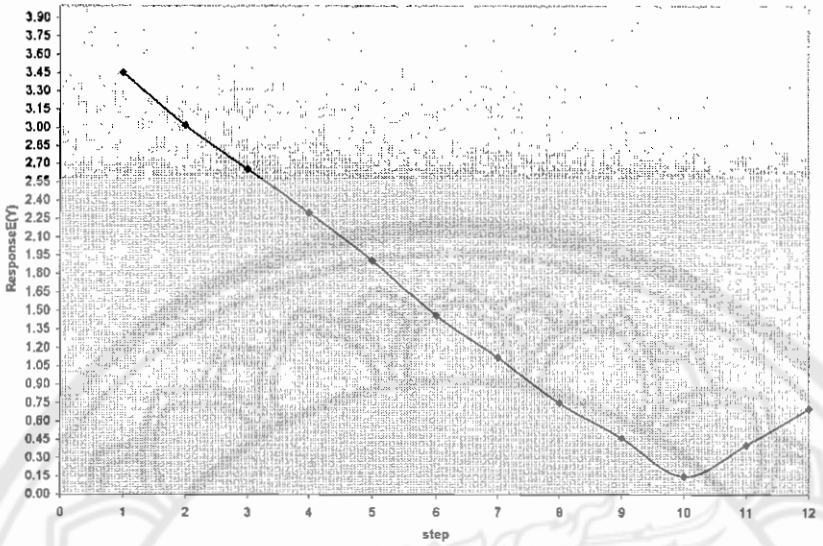
1. Box Behnken Design (BBD)

- ΔNOQ = 1.32 – 1.154 NK – 0.919 PL + 0.585 NU

ตารางที่ ง.16 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ BBD

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	3.76
Δ	1.97	1.57	1	5.91	4.71	3	
Origin-Δ	1.97	1.57	1	34.09	35.29	37	3.46
Origin-2Δ	3.94	3.14	2	28.18	30.58	34	3.02
Origin-3Δ	5.91	4.71	3	22.27	25.87	31	2.66
Origin-4Δ	7.88	6.28	4	16.36	21.16	28	2.30
Origin-5Δ	9.85	7.85	5	10.45	16.45	25	1.91
Origin-6Δ	11.82	9.42	6	4.54	11.74	22	1.46
Origin-7Δ	13.79	10.99	7	-1.37	7.03	19	1.12
Origin-8Δ	15.76	12.56	8	-7.28	2.32	16	0.75
Origin-9Δ	17.73	14.13	9	-13.19	-2.39	13	0.46
Origin-10Δ	19.70	15.70	10	-19.10	-7.10	10	0.17
Origin-11Δ	21.67	17.27	11	-25.01	-11.81	7	0.41
Origin-12Δ	23.64	18.84	12	-30.92	-16.52	4	0.70

กราฟที่ ง.10 แสดงการ Steepest Decent และ Steepest Ascent ของ BBD



2. Orthogonal and Uniform-Precision Rotatable Central Composite Designs (OUPRCC) ส่วนหน้า

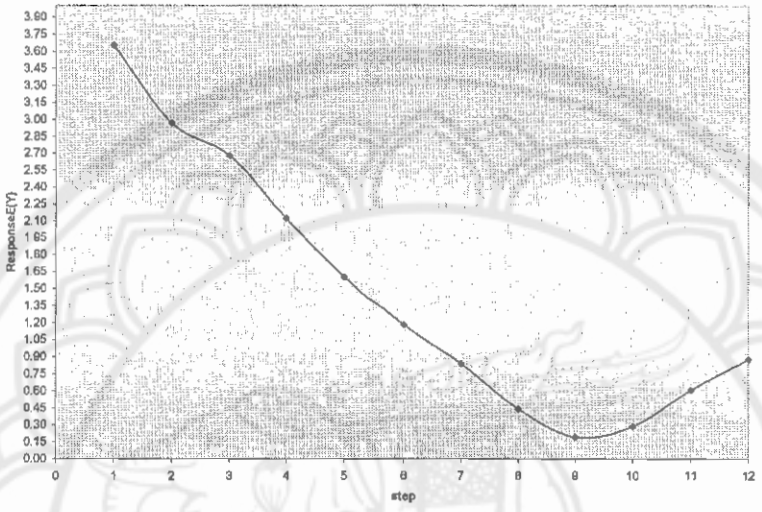
- $\Delta NOQ = 1.13 + 0.997\ NK - 0.592\ PL + 0.614\ NU$

ตารางที่ ง.17 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ OUPRCC ส่วนหน้า

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	3.76
Δ	1.62	0.96	1	4.86	2.88	3	
Origin- Δ	1.62	0.96	1	35.14	37.12	37	3.65
Origin-2 Δ	3.24	1.92	2	30.28	34.24	34	2.97
Origin-3 Δ	4.86	2.88	3	25.42	31.36	31	2.68
Origin-4 Δ	6.48	3.84	4	20.56	28.48	28	2.12
Origin-5 Δ	8.10	4.80	5	15.70	25.60	25	1.60
Origin-6 Δ	9.72	5.76	6	10.84	22.72	22	1.18
Origin-7 Δ	11.34	6.72	7	5.98	19.84	19	0.84
Origin-8 Δ	12.96	7.68	8	1.12	16.96	16	0.44
Origin-9 Δ	14.58	8.64	9	-3.74	14.08	13	0.19
Origin-10 Δ	16.20	9.60	10	-8.60	11.20	10	0.29

Origin-11 Δ	17.82	10.56	11	-13.46	8.32	7	0.61
Origin-12 Δ	19.44	11.52	12	-18.32	5.44	4	0.88

กราฟที่ ง.11 แสดงการ Steepest Decent และ Steepest Ascent ของ OUPRCC ส่วนหน้า



3. Orthogonal and Uniform-Precision Rotatable Central Composite Designs (OUPRCC) ส่วนมุม

- $\Delta NOQ = 1.12 + 0.995\ NK - 0.479\ PL + 0.553\ NU$

ตารางที่ ง.18 แสดงการออกแบบการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ของ OUPRCC ส่วนมุม

	x1	x2	x3	NK	PL	NU	Response(y)
Origin	0	0	0	40	40	40	3.76
Δ	1.8	0.87	1	5.4	2.61	3	
Origin- Δ	1.8	0.87	1	34.60	37.39	37	3.46
Origin-2 Δ	3.60	1.74	2	29.20	34.78	34	3.02
Origin-3 Δ	5.40	2.61	3	23.80	32.17	31	2.66
Origin-4 Δ	7.20	3.48	4	18.40	29.56	28	2.30
Origin-5 Δ	9.00	4.35	5	13.00	26.95	25	1.91
Origin-6 Δ	10.80	5.22	6	7.60	24.34	22	1.46
Origin-7 Δ	12.60	6.09	7	2.20	21.73	19	1.12

Origin-8 Δ	14.40	6.96	8	-3.20	19.12	16	0.75
Origin-9 Δ	16.20	7.83	9	-8.60	16.51	13	0.46
Origin-10 Δ	18.00	8.70	10	-14.00	13.90	10	0.16
Origin-11 Δ	19.80	9.57	11	-19.40	11.29	7	0.41
Origin-12 Δ	21.60	10.44	12	-24.80	8.68	4	0.70

กราฟที่ ง.12 แสดงการ Steepest Decent และ Steepest Ascent ของ OUPRCC ส่วนมุม