

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการวิจัย การออกแบบสร้างระบบอัตโนมัติในการเฝ้าระวังความผิดปกติของระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยแผนภูมิควบคุม นั้นจำเป็นต้องทบทวนแนวคิดพื้นฐานทางสถิติ เช่น ข้อมูลจะมีการกระจายแบบใด ปัจจัยสำคัญใดที่มีผลต่อกระบวนการหรือคุณภาพ รวมถึงการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมให้เหมาะสม

ผลของการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือผลของข้อมูลด้านคุณภาพที่ได้จากการออกแบบโปรแกรมและระบบฐานข้อมูลโดยใช้ Microsoft SQL Server ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แนวคิดพื้นฐานทางสถิติทฤษฎีการออกแบบการทดลองและการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมและผลจากการนำแผนภูมิควบคุมไปประยุกต์ใช้งาน

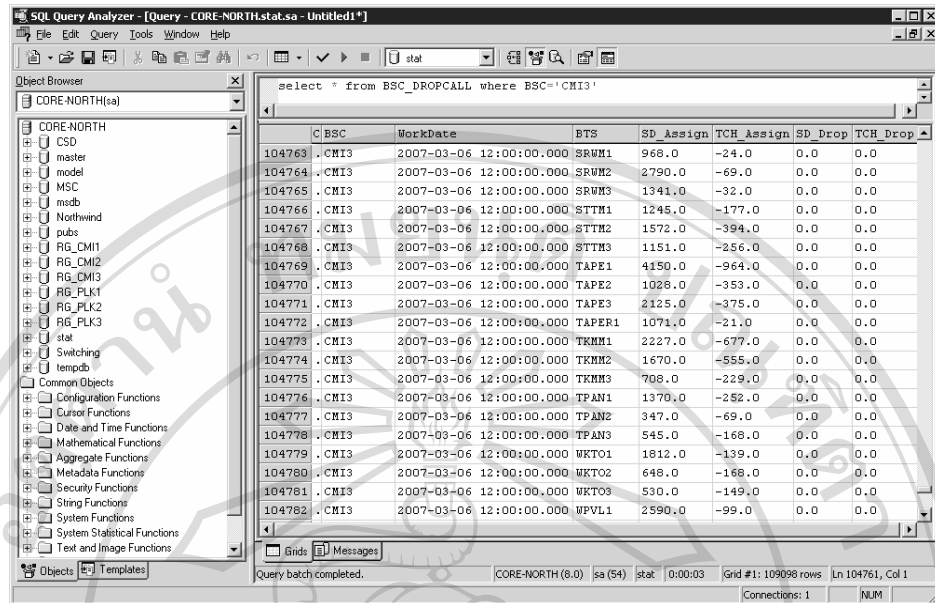
4.1 ผลของข้อมูลด้านคุณภาพที่ได้จากการออกแบบโปรแกรมและระบบฐานข้อมูลโดยใช้

Microsoft SQL Server

จากข้อมูลด้านคุณภาพที่ได้จากการออกแบบโปรแกรมและระบบฐานข้อมูลโดยใช้ Microsoft SQL Server เราสามารถที่จะอธิบายค่า TCH Drop ดังสมการที่ 4.1

$$Y_{ijk} = \text{TCH Drop จาก BSC}_i, \text{ BTS}_j, \text{ Cell}_k$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk} \quad (4.1)$$



SQL Query Analyzer - [Query - CORE-NORTH.stat.sa - Untitled1*]

Object Browser: CORE-NORTH(sa)

Query: select * from BSC_DROPALL where BSC='CHI3'

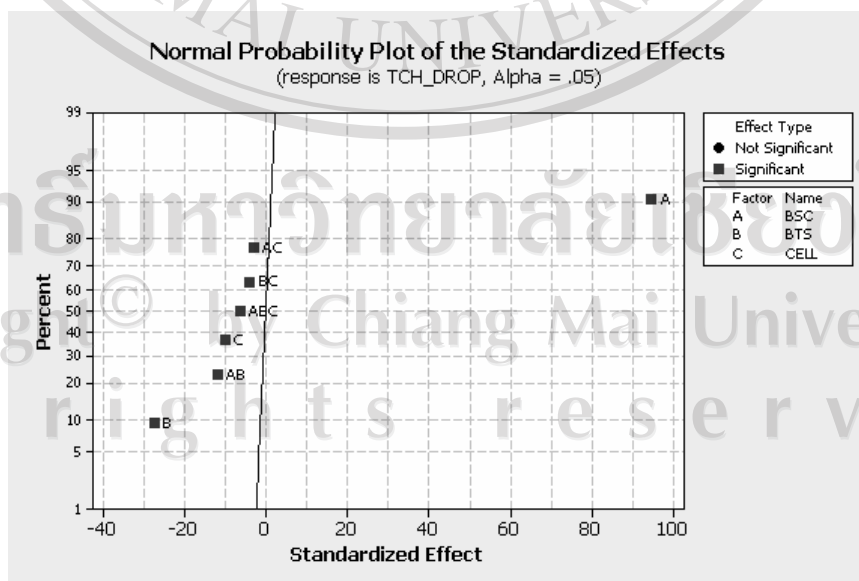
C_BSC	WorkDate	BTS	SD_Assign	TCH_Assign	SD_Drop	TCH_Drop
104763	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	SRWM1	968.0	-24.0	0.0
104764	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	SRWM2	2790.0	-69.0	0.0
104765	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	SRWM3	1341.0	-32.0	0.0
104766	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	STTM1	1245.0	-177.0	0.0
104767	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	STTM2	1572.0	-394.0	0.0
104768	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	STTM3	1151.0	-256.0	0.0
104769	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	TAPE1	4150.0	-964.0	0.0
104770	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	TAPE2	1028.0	-353.0	0.0
104771	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	TAPE3	2125.0	-375.0	0.0
104772	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	TAPER1	1071.0	-21.0	0.0
104773	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	TKMM1	2227.0	-677.0	0.0
104774	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	TKMM2	1670.0	-555.0	0.0
104775	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	TKMM3	708.0	-229.0	0.0
104776	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	TPAN1	1370.0	-252.0	0.0
104777	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	TPAN2	347.0	-69.0	0.0
104778	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	TPAN3	545.0	-168.0	0.0
104779	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	WKT01	1812.0	-139.0	0.0
104780	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	WKT02	648.0	-188.0	0.0
104781	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	WKT03	530.0	-149.0	0.0
104782	.CHI3	2007-03-06 12:00:00.000	WPLV1	2590.0	-99.0	0.0

Query batch completed. CORE-NORTH (8.0) sa (54) stat 0:00:03 Grid #1: 109098 rows Ln 104761, Col 1

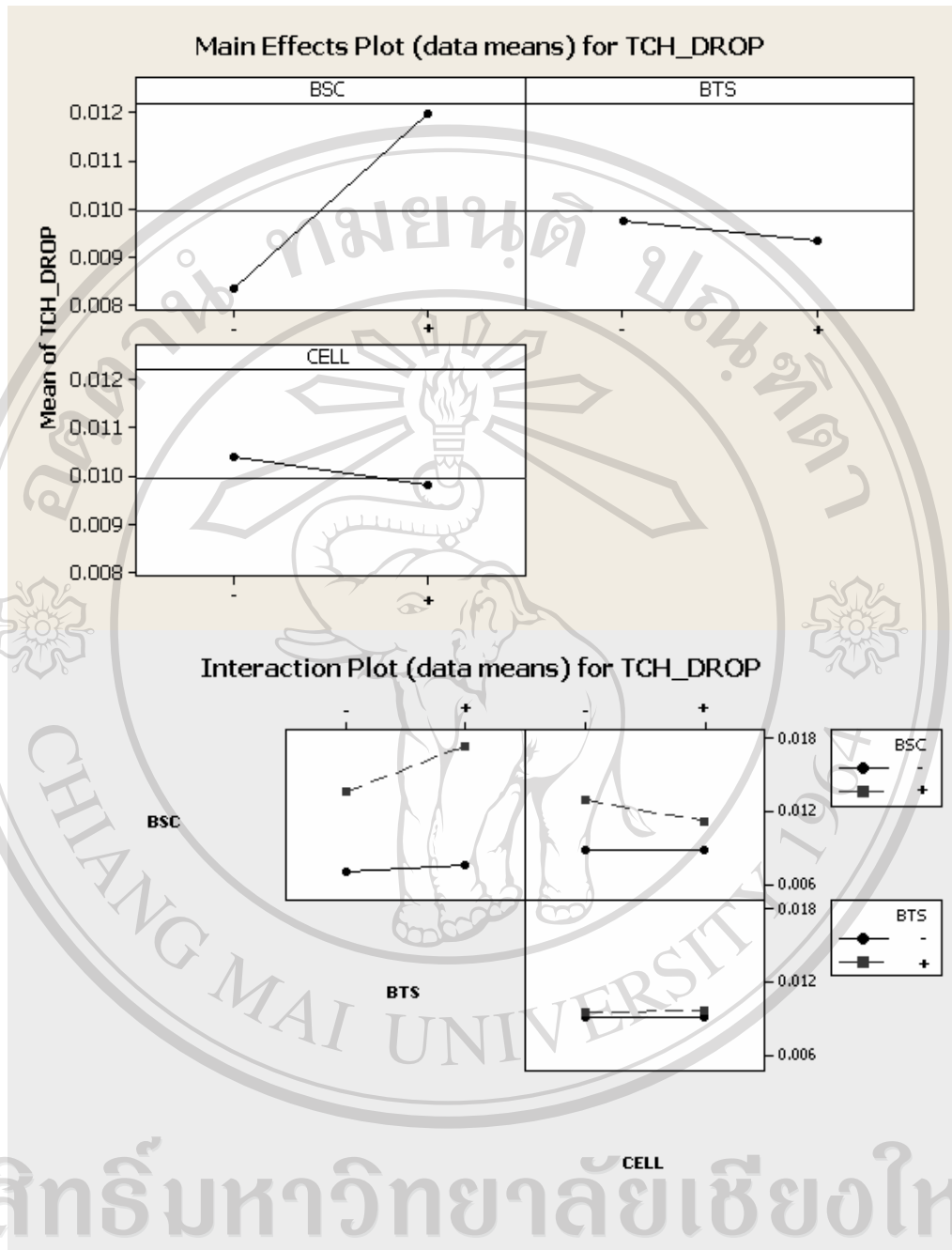
รูปที่ 4.1 แสดงข้อมูลที่ได้จากระบบฐานข้อมูลโดยใช้ Microsoft SQL Server

4.2 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แนวคิดพื้นฐานทางสถิติทฤษฎีการออกแบบการทดลองและการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุม

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยหลักการการออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อ TCH Drop จะพบว่า BSC, BTS และ Cell มีผลต่อ TCH Drop ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ปัจจัยหลักที่มีผลต่อ TCH Drop



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

รูปที่ 4.3 แสดงผลหลักและอันตรกิริยาของ TCH Drop

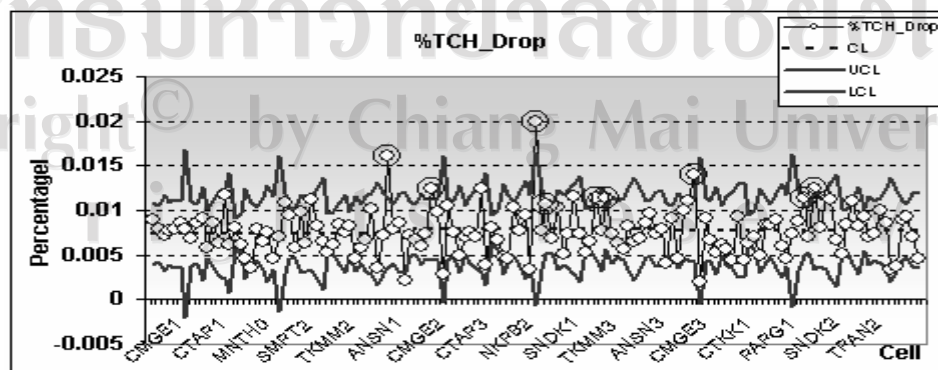
All rights reserved

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ TCH Drop

Source	DF	Seq SS	AdjSS	AdjMS	F	P
Main Effects	3	0.9122	0.9122	0.304080	3270.28	0.000
2-Way Interactions	3	0.0152	0.0152	0.005072	554.45	0.000
3-Way Interactions	1	0.0037	0.0037	0.003658	39.34	0.000
Residual Error	171856	15.9796%	15.9796%	0.000093		
Lack of Fit	1015	9.0269	9.0269	0.008893	218.53	0.000
Pure Error	170841	6.9527	6.9527	0.000041		
Total	171863	16.9107				

จากการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลนั้นทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อค่า TCH Drop และสามารถกำหนดค่าสัดส่วนที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละ BSC, BTS ทำให้ทราบแนวทางในการออกแบบเลือกแผนภูมิควบคุมและการนำแผนภูมิควบคุมไปประยุกต์ใช้งานจริง

จากข้อมูลของ TCH Drop มีลักษณะเป็นสัดส่วนของเสียจึงทดสอบใช้แผนภูมิสำหรับควบคุมอัตราส่วนของเสีย (Control Chart for Fraction Defective) ซึ่งแผนภูมินี้ใช้สำหรับงานตรวจสอบคุณภาพโดยการวัดว่าเป็นของดีหรือของเสีย โดยคิดออกมาเป็นสัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ของเสีย เมื่อนำแผนภูมิควบคุมมาประยุกต์ใช้กับกลุ่มข้อมูลที่ได้ เพื่อทำการเฝ้าระวังความผิดปกติของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำให้สามารถที่จะสรุปสาเหตุของความผิดปกติได้



รูปที่ 4.4 แสดงการประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมพื้นฐานกับข้อมูลในอดีต

จากรูปที่ 4.4 แสดงข้อมูลนอกแผนภูมิควบคุมหากตรวจสอบข้อมูลแล้วจะทำให้ทราบว่าสาเหตุหลักส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่เกิดจากอุปกรณ์ของสถานีฐาน คน และวิธีการ ตามลำดับ ในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมเพื่อควบคุมความผิดปกติของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จำเป็นต้องพิจารณาค่าพารามิเตอร์ของแผนภูมิควบคุมด้วย

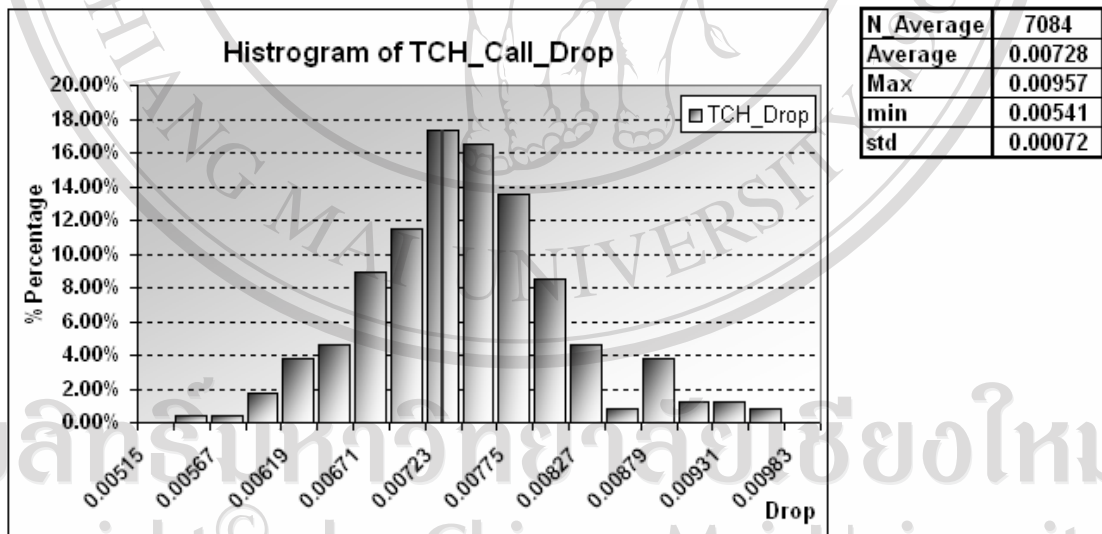
α คือโอกาสที่จะปฏิเสธสมมติฐานโดยที่สมมติเป็นจริง กล่าวคือ โอกาสที่ระบบไม่มีความผิดปกติแต่ข้อมูลอยู่นอกแผนภูมิควบคุม

β คือโอกาสที่จะยอมรับสมมติฐานโดยที่สมมติเป็นเท็จ กล่าวคือ โอกาสที่ข้อมูลจะอยู่ในแผนภูมิควบคุมในขณะที่ระบบมีความผิดปกติ

Average Run Length (ARL) คือค่าเฉลี่ยจำนวนจุดข้อมูล ที่แสดงว่าทุกจุดที่พล็อตลงบนแผนภูมิควบคุมแล้วจะอยู่นอกแผนภูมิควบคุมอย่างน้อย 1 จุดโดยที่ระบบไม่มีการเปลี่ยนแปลง

False rate alarm (α) คือส่วนกลับของค่า ARL, $\alpha = \frac{1}{ARL}$

ผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลทำให้ทราบถึงจำนวน TCH เฉลี่ยต่อสถานีฐานในแต่ละวันเท่ากับ 7084 และ มีปริมาณ THC Drop ภายใน BSC เท่ากับ 51 คิดเป็นสัดส่วนของเสียเฉลี่ย 0.0072



รูปที่ 4.5 แสดงปริมาณ TCH และ TCH Drop ต่อสถานีฐานเฉลี่ยในเดือน กันยายน 2549 ถึง พฤษภาคม 2550 ของ BSC CMI

ในการประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมพื้นฐานโดยทั่วไปค่า $\alpha = 0.0027$

$$P \notin [LCL, UCL]$$

$$p > UCL, p < LCL$$

$$\frac{x}{n} > \bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}, \frac{x}{n} < \bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$x > n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}, x < n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$P(x > n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}) + P(x < n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}) \quad (4.2)$$

แทนค่าลงในสมการที่ 4.2 โดยให้ $\bar{p} = 0.0072$

$$(P(x > 72) + P(x < 30)) = P\left(1 - \sum_{i=LCL}^{UCL} (X = i)\right)$$

หากข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินามสามารถคำนวณผลได้จากสมการที่ 4.3 โดย
กำหนดให้ UCL มีค่าเท่ากับ 72 และ LCL มีค่าเท่ากับ 30

$$P(x) = \binom{n}{x} \left(\frac{1}{p}\right)^x (1-p)^{n-x} \quad (4.3)$$

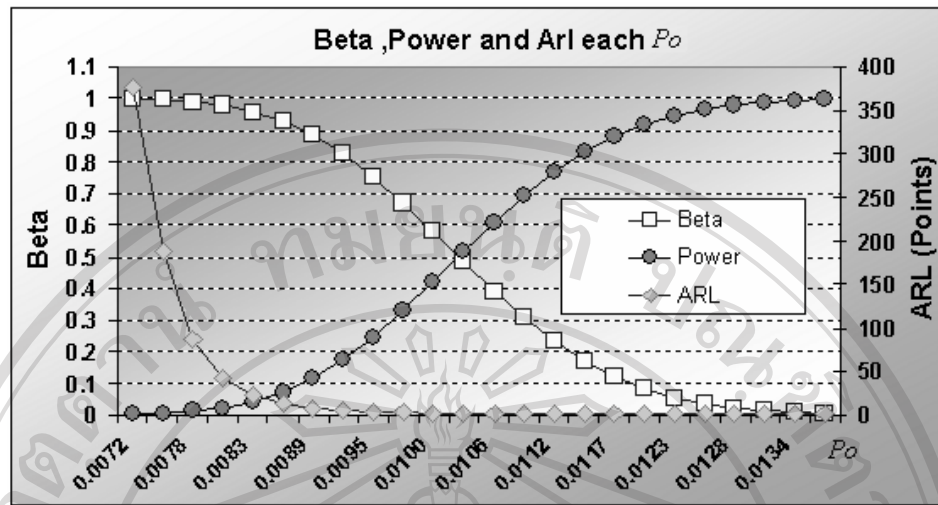
จะได้ $P \notin [LCL, UCL]$

$$\alpha = 0.002665137$$

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการคำนวณค่า Power ของการประยุกต์ใช้ P Chart สำหรับสัดส่วนที่สูงขึ้น
โดยใช้การแจกแจงแบบทวินาม

P	Power	Beta	ARL
0.0072	0.0027	0.9973	375
0.0075	0.0053	0.9947	187
0.0078	0.0114	0.9886	87
0.0080	0.0228	0.9772	43
0.0083	0.0423	0.9577	23
0.0086	0.0726	0.9274	13
0.0089	0.1162	0.8838	8
0.0092	0.1742	0.8258	5
0.0095	0.2463	0.7537	4
0.0097	0.3301	0.6699	3
0.0100	0.4216	0.5784	2
0.0103	0.5158	0.4842	1
0.0106	0.6075	0.3925	1
0.0109	0.6921	0.3079	1
0.0112	0.7664	0.2336	1
0.0114	0.8286	0.1714	1
0.0117	0.8783	0.1217	1
0.0120	0.9164	0.0836	1
0.0123	0.9443	0.0557	1
0.0126	0.9641	0.0359	1
0.0128	0.9776	0.0224	1
0.0131	0.9864	0.0136	1
0.0134	0.9920	0.0080	1
0.0137	0.9954	0.0046	1

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมแบบควบคุมสัดส่วนของเสียเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินาม ซึ่งหากระบบมีสัดส่วนของเสียเท่ากับ 0.72% จะต้องใช้ข้อมูลอย่างน้อย 375 ข้อมูล จึงจะสามารถที่จะสรุปได้ว่าระบบยังอยู่ภายใต้การควบคุมแต่เมื่อใดก็ตามที่ระบบมีการเปลี่ยนแปลงโดยมีสัดส่วนของเสียเพิ่มขึ้นเป็น 0.75% จะต้องใช้ข้อมูลอย่างน้อย 187 ข้อมูลจึงจะสามารถที่จะสรุปได้ว่าระบบมีความผิดปกติหรือมีปริมาณสัดส่วนของ TCH Drop เพิ่มขึ้น โดยเมื่อสัดส่วนของเสียสูงขึ้น โอกาสในการตรวจสอบความผิดปกติจึงมีสูงขึ้นแสดงดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงค่า Power จากการคำนวณโดยใช้การแจกแจงแบบทวินาม

หากวิเคราะห์ด้วยการแจกแจงแบบพัวของการคำนวณค่าของเขตพิคัดแผนภูมิจะกำหนดให้
มีค่าเท่ากับ $\lambda \pm 3\sqrt{\lambda}$ หรือ $n\bar{p} \pm 3\sqrt{n\bar{p}}$ ได้จากสมการ

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}, \lambda = n\bar{p} \quad (4.4)$$

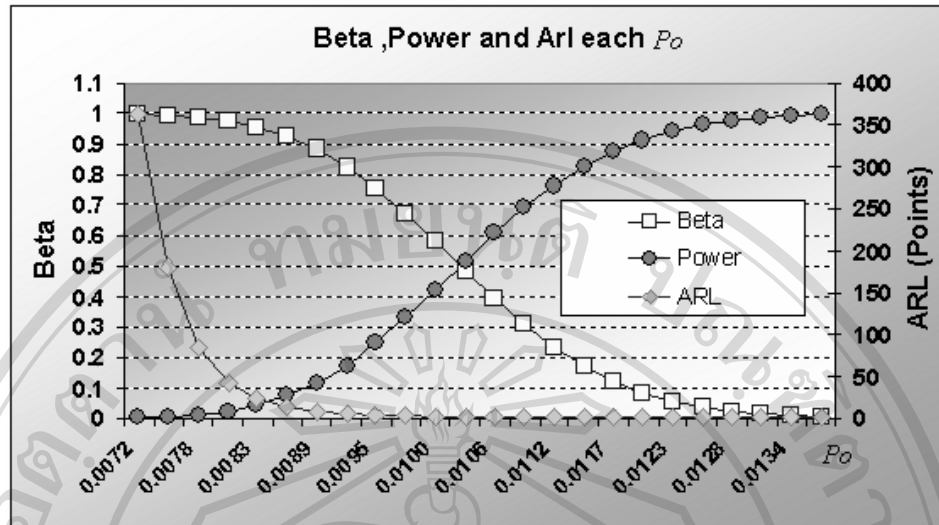
จะได้ $P \notin [LCL, UCL]$

$$\alpha = 0.002762331$$

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการคำนวณค่า Power ของการประยุกต์ใช้ C-Chart โดยใช้การแจกแจงแบบ
พัวซอง

P	Power	Beta	ARL
0.0072	0.0028	0.9972	362
0.0075	0.0055	0.9945	181
0.0078	0.0117	0.9883	85
0.008	0.0233	0.9767	42
0.0083	0.043	0.9570	23
0.0086	0.0735	0.9265	13
0.0089	0.1172	0.8828	8
0.0092	0.1753	0.8247	5
0.0095	0.2473	0.7527	4
0.0097	0.3308	0.6692	3
0.0100	0.4219	0.5781	2
0.0103	0.5156	0.4844	1
0.0106	0.6068	0.3932	1
0.0109	0.6910	0.3090	1
0.0112	0.7651	0.2349	1
0.0114	0.8271	0.1729	1
0.0117	0.8769	0.1231	1
0.0120	0.9151	0.0849	1
0.0123	0.9432	0.0568	1
0.0126	0.9632	0.0368	1
0.0128	0.9769	0.0231	1
0.0131	0.9859	0.0141	1
0.0134	0.9916	0.0084	1
0.0137	0.9952	0.0048	1

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมเมื่อข้อมูลมีการกระจายตัวแบบพัวซอง หากระบบมีสัดส่วนของเสียเท่ากับ 0.72% จะต้องใช้ข้อมูลอย่างน้อย 362 ข้อมูล จึงจะสามารถที่จะสรุปได้ว่าระบบยังอยู่ภายใต้การควบคุมแต่เมื่อใดก็ตามที่ระบบมีการเปลี่ยนแปลงโดยมีสัดส่วนของเสียเพิ่มขึ้นเป็น 0.75% จะต้องใช้ข้อมูลอย่างน้อย 181 ข้อมูลจึงจะสามารถที่จะสรุปได้ว่าระบบมีความผิดปกติหรือมีปริมาณสัดส่วนของ TCH Drop เพิ่มขึ้น โดยเมื่อสัดส่วนของเสียเพิ่มขึ้น โอกาสในการตรวจสอบความผิดปกติมีสูงขึ้น



รูปที่ 4.7 แสดงค่า Power จากการคำนวณโดยใช้การแจกแจงแบบพัวซอง

สามารถประมาณด้วยการแจกแจงแบบปกติโดยอาศัยการเปิดตารางค่า Z เพื่อช่วยต่อการคำนวณ

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \mu = n\bar{p}, \sigma^2 = n\bar{p}(1-\bar{p}) \quad (4.5)$$

$$P(x) = P\left(Z > \frac{x-\mu}{\sigma}\right) \quad (4.6)$$

$$x1 = -2.951230797, x2 = 2.951230797$$

$$= P(-2.95 < Z < 0) + P(0 \leq Z \leq 2.95)$$

$$= P(0 < Z < 2.95) + P(0 \leq Z \leq 2.95)$$

$$= 0.49481 + 0.49481$$

$$= 0.99682$$

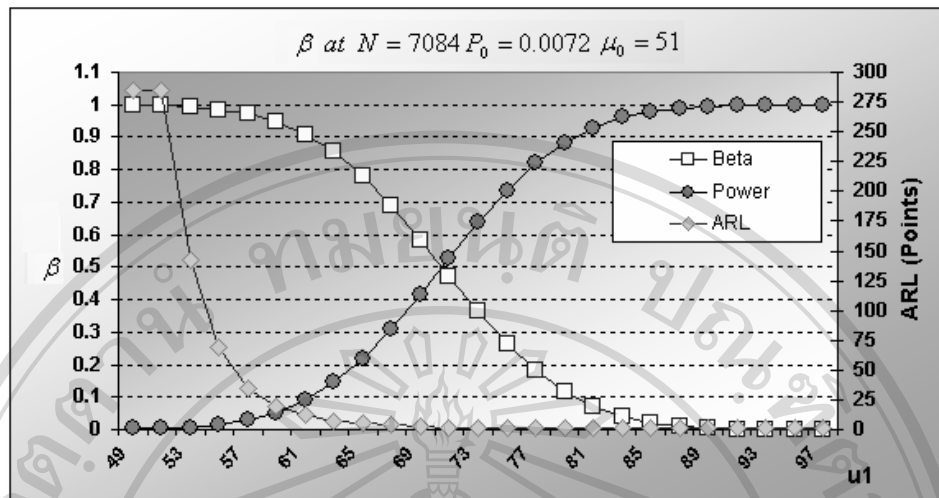
โอกาสที่ข้อมูลจะตกนอกแผนภูมิควบคุมคือ 1-0.99682

$$\alpha = 0.003179$$

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการคำนวณค่า Power โดยใช้การแจกแจงแบบปกติ

P	Power	Beta	ARL
0.0072	0.0025	0.9975	400
0.0075	0.0042	0.9958	240
0.0078	0.0092	0.9908	109
0.008	0.0197	0.9803	50
0.0083	0.0387	0.9613	25
0.0086	0.0695	0.9305	14
0.0089	0.1145	0.8855	8
0.0092	0.1749	0.8251	5
0.0095	0.2497	0.7503	4
0.0097	0.3359	0.6641	2
0.010	0.4290	0.5710	2
0.0103	0.5235	0.4765	1
0.0106	0.6142	0.3858	1
0.0109	0.6970	0.303	1
0.0112	0.7691	0.2309	1
0.0114	0.8290	0.1710	1
0.0117	0.8770	0.1230	1
0.0120	0.9138	0.0862	1
0.0123	0.9412	0.0588	1
0.0126	0.9609	0.0391	1
0.0128	0.9746	0.0254	1
0.0131	0.9839	0.0161	1
0.0134	0.9900	0.0100	1
0.0137	0.9939	0.0061	1

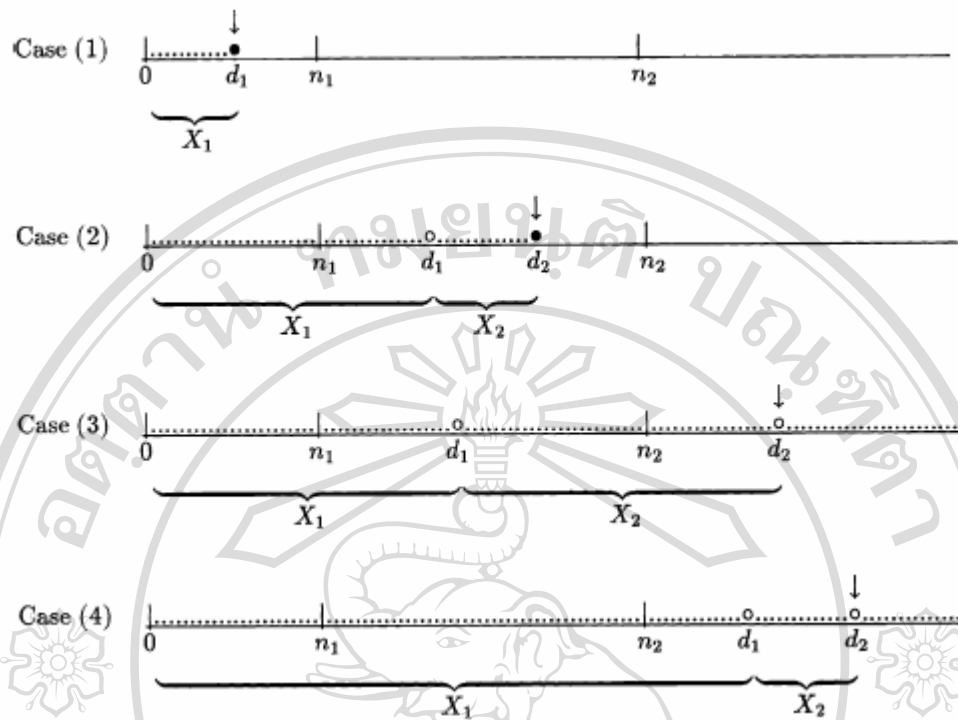
จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมเมื่อข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ และระบบยังคงอยู่ภายใต้การควบคุมจะต้องใช้ข้อมูลอย่างน้อย 400 ข้อมูลในการระบุว่าระบบไม่มีการเปลี่ยนแปลงและอยู่ภายใต้การควบคุมแต่เมื่อใดก็ตามที่ระบบมีอัตราของ TCH Drop เพิ่มขึ้นเป็น 0.75% จะต้องใช้ข้อมูลอย่างน้อย 240 ข้อมูลจึงจะสามารถที่จะสรุปได้ว่าระบบมีความผิดปกติหรือมีปริมาณสัดส่วนของ TCH Drop เพิ่มขึ้น โดยเมื่อสัดส่วนของเสียเพิ่มขึ้นนั้นหมายความว่าโอกาสในการตรวจสอบความผิดปกติมีสูงขึ้น



รูปที่ 4.8 แสดงค่า β และ Power กระบวนการที่มี $N = 7084$, $P_0 = 0.0072$ และ $\mu_0 = 51$

จากรูปที่ 4.8 สามารถสรุปได้ว่าหากกระบวนการหรือระบบมีความผิดปกติโดยเปลี่ยนแปลงค่าจาก $\mu_0 = 51$ เป็น $\mu_1 = 73$ สามารถสุ่มตัวอย่างโดยเฉลี่ยจำนวน 1 ครั้งก็สามารถที่จะสรุปข้อมูลได้อย่างถูกต้องว่าระบบหรือกระบวนการมีความผิดปกติ แต่หากกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยคือ หากกระบวนการหรือกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงค่าจาก $\mu_0 = 51$ เป็นค่า $\mu_1 = 53$ ซึ่งความจริงแล้วถือว่าระบบหรือกระบวนการยังอยู่ภายในการควบคุมแต่ต้องการทราบว่าระบบมีการเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่จำเป็นจะต้องสุ่มตัวอย่างเฉลี่ยจำนวน 284 ครั้งจึงจะสามารถสรุปผลได้ถูกต้องว่าระบบมีความเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

แต่อย่างไรก็ตามแผนภูมิควบคุมแบบชีวฮาร์ทใช้ข้อมูลคุณลักษณะคุณภาพ ณ ปัจจุบันในการเฝ้าระวังเท่านั้นข้อมูลคุณลักษณะคุณภาพในอดีตมิได้ถูกนำมาใช้ในการพิจารณาตัดสินใจซึ่งถือเป็นข้อด้อยของแผนภูมิควบคุมประเภทนี้ ดังนั้นจึงเลือกที่จะใช้ แนวคิดของแผนภูมิ Two Stages Cumulative Count Control Chart (CCC-Chart) ในการควบคุม เพื่อออกแบบแผนภูมิควบคุมที่ใช้เฝ้าระวังความผิดปกติของระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เนื่องจากเป็นแผนภูมิที่ใช้การเก็บค่าในการตรวจสอบตามเงื่อนไขของแผนภูมิควบคุมสะสมต่อเนื่องจึงทำให้สามารถที่จะแจ้งเตือนได้อย่างรวดเร็วเมื่อระบบมีความผิดปกติและเหมาะสมกับระบบที่มีสัดส่วนของเสียที่น้อยมากโดยการออกแบบสร้างระบบอัตโนมัติในการเฝ้าระวังความผิดปกติของระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้แบ่งลักษณะการควบคุมเป็น 4 แบบตามเงื่อนไขของแผนภูมิควบคุมดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะการควบคุมของ Two Stages Cumulative Count Control Chart ทั้ง 4 แบบ

จากรูปที่ 4.9 แสดงลักษณะการควบคุมของแผนภูมิควบคุมแบบ Two Stage Cumulative Count Control Chart ประกอบไปด้วยพิกัดควบคุม (Control limit) อยู่สองช่วงโดยช่วงแรกจะถูกกำหนดด้วย $n : n_1$ สำหรับช่วงแรกเมื่อพบของเสียที่เกิดขึ้นในช่วงนี้เพียง 1 ชิ้นจะถือว่าระบบอยู่นอกการควบคุมจากรูปแทนด้วย d_1 และจะส่งสัญญาณเตือนความผิดปกติและช่วงที่สองจะถูกกำหนดด้วย $n : n_2$ สำหรับช่วงที่สองเมื่อพบของเสียที่เกิดขึ้นในช่วงนี้ 2 ชิ้นติดต่อกันจะถือว่ากระบวนการอยู่นอกการควบคุมจากรูปแทนด้วย d_1 และ d_2 และจะส่งสัญญาณเตือนความผิดปกติ

การคำนวณหาค่า n_1 , n_2 และสามารถออกแบบสร้างระบบอัตโนมัติในการเฝ้าระวังความผิดปกติของระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ได้จากสมการ

$$1 - q^{n_1} = (1 - \gamma) * \alpha \quad (4.7)$$

$$q^{n_1} (1 - q^{n_2 - n_1} - (n_2 - n_1) p q^{n_2 - n_1 - 1}) = \gamma * \alpha \quad (4.8)$$

โดยกำหนดให้ $q = 1 - Po$ โดย Po คือสัดส่วนของเสียที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อแทนค่าลงในสมการที่ 4.7 โดย $Po = 0.0072$ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในอดีต และใช้ความน่าจะเป็นในการเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 โดยมีค่า $\alpha = 0.05$ ตามเงื่อนไขของแผนภูมิควบคุม (Two Stages Cumulative Count Control Chart) โดยพิกัดควบคุมในช่วงแรกต้องมีค่ามากกว่า 0 และแบ่งความผิดพลาดนี้ด้วยค่า γ ซึ่งเป็นค่าที่แบ่งพิกัดควบคุมออกเป็นสองส่วนโดยในการออกแบบกำหนดให้ γ มีค่าเท่ากับ 0.14

จะได้ $Po = 0.0072, \alpha = 0.05, \gamma = 0.14$ สำหรับแทนค่าลงในสมการ

$$\begin{aligned}
 1 - q^{n_1} &= (1 - \gamma) * \alpha \\
 1 - (1 - \gamma) * \alpha &= q^{n_1} \\
 \log(1 - (1 - \gamma) * \alpha) &= n_1 * \log(q) \\
 \frac{\log(1 - (1 - \gamma) * \alpha)}{\log(q)} &= n_1 \\
 n_1 &= \frac{\log(1 - (1 - 0.14) * 0.05)}{\log(1 - 0.0072)} = 6
 \end{aligned}$$

เมื่อคำนวณค่า n_2 โดยใช้สมการ 4.8 จากการแทนค่า n_1 และหาผลต่างจะได้ค่า $n_2 = 24$

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการคำนวณหา n_2 จากการแทนค่า n_1 และหาผลต่าง

p	q	n_1	n_2	ผลต่างระหว่าง
0.0072	0.9928	6	8	-0.0070
0.0072	0.9928	6	9	-0.0069
0.0072	0.9928	6	10	-0.0067
0.0072	0.9928	6	11	-0.0065
0.0072	0.9928	6	12	-0.0063
0.0072	0.9928	6	13	-0.0060
0.0072	0.9928	6	14	-0.0056
0.0072	0.9928	6	15	-0.0053
0.0072	0.9928	6	16	-0.0049
0.0072	0.9928	6	17	-0.0044
0.0072	0.9928	6	18	-0.0039
0.0072	0.9928	6	19	-0.0033
0.0072	0.9928	6	20	-0.0027
0.0072	0.9928	6	21	-0.0021
0.0072	0.9928	6	22	-0.0014
0.0072	0.9928	6	23	-0.0007
0.0072	0.9928	6	24	0.0000

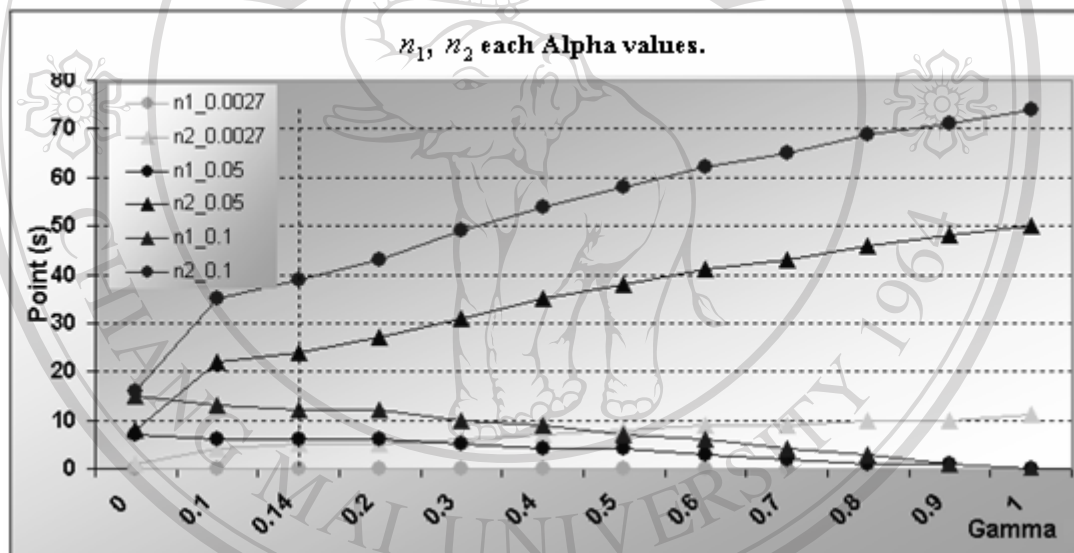
$$q^{n_1} (1 - q^{n_2 - n_1} - (n_2 - n_1) p q^{n_2 - n_1 - 1}) = \gamma * \alpha$$

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการคำนวณหาค่า n_1 , n_2 ในแต่ละค่า Alpha และ gamma

ตาราง (n_1, n_2) ที่คำนวณได้จากสมการ

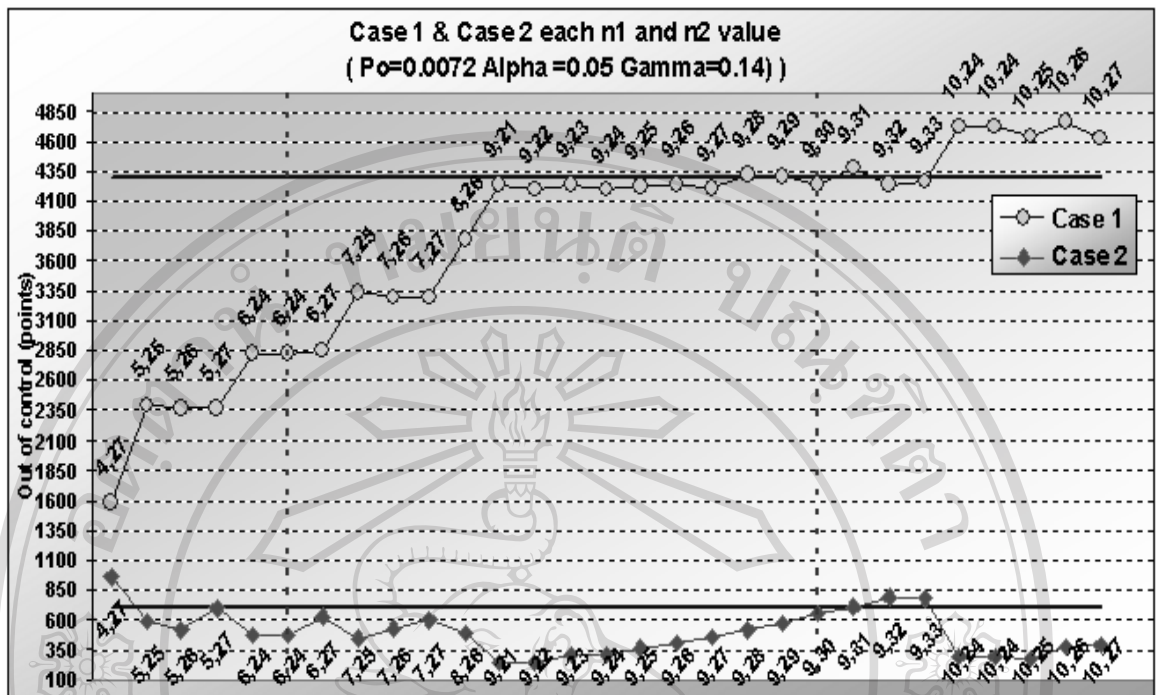
Alpha	gamma											
	0	0.1	0.14	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
0.0027	(0,1)	(0,4)	(0,5)	(0,5)	(0,6)	(0,7)	(0,8)	(0,9)	(0,9)	(0,10)	(0,10)	(0,11)
0.05	(7,8)	(6,22)	(6,24)	(6,27)	(5,31)	(4,35)	(4,38)	(3,41)	(2,43)	(1,46)	(1,48)	(0,50)
0.1	(15,16)	(13,35)	(12,39)	(12,43)	(10,49)	(9,54)	(7,58)	(6,62)	(4,65)	(3,69)	(1,71)	(0,74)

จากตารางที่ 4.6 สามารถนำผลการคำนวณหาค่า n_1 , n_2 ที่ค่า Alpha และ gamma มา Plot กราฟได้ ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดงค่าการคำนวณ n_1 , n_2 ที่ปรับเปลี่ยนค่า Alpha และ Gamma

เมื่อทำการทดสอบด้วยโปรแกรมที่จำลองข้อมูล TCH Drop 100,000 ข้อมูลโดยกำหนด Parameter ของตัวโปรแกรมมีค่า $Po = 0.0072$, $\alpha = 0.05$, $\gamma = 0.14$ ตามลำดับจำเป็นต้องมีการปรับค่า n_1 และ n_2 เพื่อให้ได้ค่า Parameter ตามต้องการทำให้ n_1 มีค่าเท่ากับ 9 และ n_2 มีค่าเท่ากับ 30 แสดงดังรูปที่ 4.11



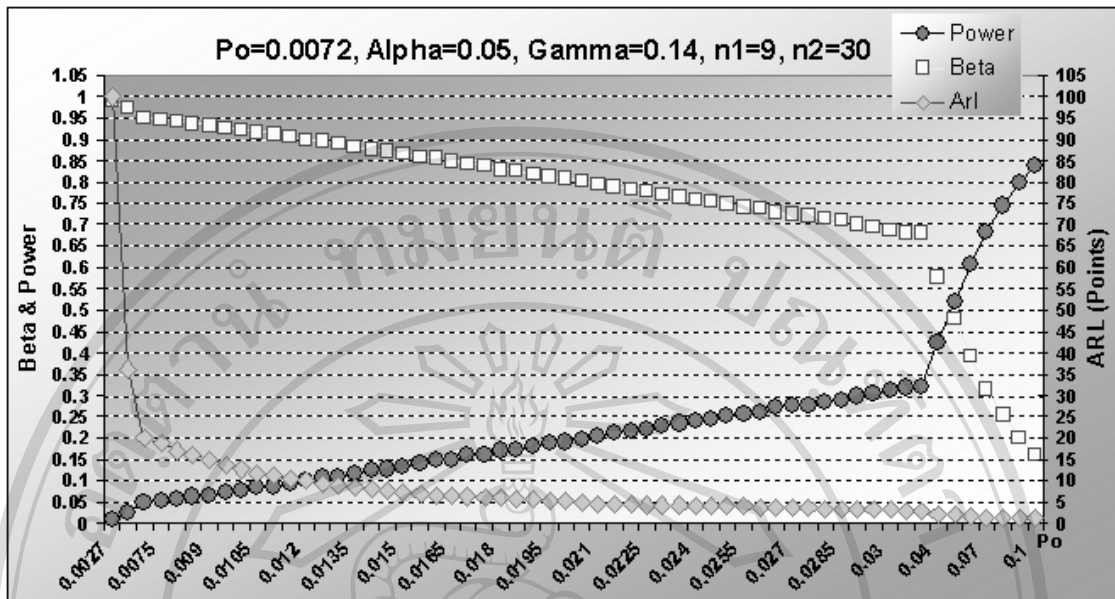
รูปที่ 4.11 แสดงการทดสอบค่า n_1 และ n_2 ที่ได้จากการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม

จากรูปที่ 4.11 พบว่าผลที่ได้จากโปรแกรมซึ่งกำหนดให้ $P_o = 0.0072$, $\alpha = 0.05$, $\gamma = 0.14$ และกำหนดให้ n_1 และ n_2 มีค่าเท่ากับ 9 และ 30 ตามลำดับ โดยจำลองข้อมูล 100,000 ข้อมูลเพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการปริมาณของเสียจากการกำหนด $\alpha = 0.05$ โดยค่าค่าสัดส่วนของเสียที่ 0.72% ซึ่งแสดงว่าระบบยังคงปกติจะต้องมีค่าการสรุปผิดพลาด 5000 ครั้งและจะต้องถูกแบ่งอยู่ในช่วง n_1

โดยถูกกำหนดจากสมการ $(1-\gamma)*\alpha$ เมื่อแทนค่าจะได้ $(1-0.14)*0.05 = 0.043$ นั้นหมายความว่าจะต้องมีการสรุปว่าระบบมีความผิดปกติไปจากเดิมไม่เกิน 4,300 ครั้งในช่วง n_1 และจะต้องมีการสรุปว่าระบบมีความผิดปกติไปจากเดิมในช่วง n_2 กำหนดด้วยสมการ $\gamma*\alpha$ เมื่อแทนค่าจะได้ $0.14*0.05 = 0.007$ นั้นหมายความว่าปริมาณการสรุปผิดพลาดจะต้องมีไม่เกิน 700 ครั้งในช่วง n_2 แสดงผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงค่า Power ของแผนภูมิควบคุมที่ทำการออกแบบ

Po	Out Of Control			Beta	Power All	Power_case1	Power_case2	Arl_All	Arl_case1	Arl_case2
	Case 1	Case 2	Case1+Case2							
0.0027	939	61	1000	0.9900	0.01000	0.00939	0.00061	100	106	1639
0.0050	2487	281	2768	0.9723	0.02768	0.02487	0.00281	36	40	356
0.0072	4268	661	4929	0.9507	0.04929	0.04268	0.00661	20	23	151
0.0075	4618	700	5318	0.9468	0.05318	0.04618	0.00700	19	22	143
0.0080	5004	795	5799	0.9420	0.05799	0.05004	0.00795	17	20	126
0.0085	5346	904	6250	0.9375	0.06250	0.05346	0.00904	16	19	111
0.0090	5763	1037	6800	0.9320	0.06800	0.05763	0.01037	15	17	96
0.0095	6126	1159	7285	0.9272	0.07285	0.06126	0.01159	14	16	86
0.0100	6576	1300	7876	0.9212	0.07876	0.06576	0.01300	13	15	77
0.0105	6999	1473	8472	0.9153	0.08472	0.06999	0.01473	12	14	68
0.0110	7354	1519	8873	0.9113	0.08873	0.07354	0.01519	11	14	66
0.0115	7832	1724	9556	0.9044	0.09556	0.07832	0.01724	10	13	58
0.0120	8242	1828	10070	0.8993	0.10070	0.08242	0.01828	10	12	55
0.0125	8582	2017	10599	0.8940	0.10599	0.08582	0.02017	9	12	50
0.0130	8995	2185	11180	0.8882	0.11180	0.08995	0.02185	9	11	46
0.0135	9500	2346	11846	0.8815	0.11846	0.09500	0.02346	8	11	43
0.0140	9777	2537	12314	0.8769	0.12314	0.09777	0.02537	8	10	39
0.0145	10151	2648	12799	0.8720	0.12799	0.10151	0.02648	8	10	38
0.0150	10595	2805	13400	0.8660	0.13400	0.10595	0.02805	7	9	36
0.0155	10957	3062	14019	0.8598	0.14019	0.10957	0.03062	7	9	33
0.0160	11382	3221	14603	0.8540	0.14603	0.11382	0.03221	7	9	31
0.0165	11888	3350	15238	0.8476	0.15238	0.11888	0.03350	7	8	30
0.0170	12366	3598	15964	0.8404	0.15964	0.12366	0.03598	6	8	28
0.0175	12440	3772	16212	0.8379	0.16212	0.12440	0.03772	6	8	27
0.0180	13136	3870	17006	0.8299	0.17006	0.13136	0.03870	6	8	26
0.0185	13376	4078	17454	0.8255	0.17454	0.13376	0.04078	6	7	25
0.0190	13734	4318	18052	0.8195	0.18052	0.13734	0.04318	6	7	23
0.0195	14201	4522	18723	0.8128	0.18723	0.14201	0.04522	5	7	22
0.0200	14487	4713	19200	0.8080	0.19200	0.14487	0.04713	5	7	21
0.0205	14928	4949	19877	0.8012	0.19877	0.14928	0.04949	5	7	20
0.0210	15433	5168	20601	0.7940	0.20601	0.15433	0.05168	5	6	19
0.0215	15998	5289	21287	0.7871	0.21287	0.15998	0.05289	5	6	19
0.0220	16096	5585	21681	0.7832	0.21681	0.16096	0.05585	5	6	18
0.0225	16449	5841	22290	0.7771	0.22290	0.16449	0.05841	4	6	17
0.0230	16847	5920	22767	0.7723	0.22767	0.16847	0.05920	4	6	17
0.0235	17352	6160	23512	0.7649	0.23512	0.17352	0.06160	4	6	16
0.0240	17749	6475	24224	0.7578	0.24224	0.17749	0.06475	4	6	15
0.0245	17868	6550	24418	0.7558	0.24418	0.17868	0.06550	4	6	15
0.0250	18469	6776	25245	0.7476	0.25245	0.18469	0.06776	4	5	15
0.0255	18799	7021	25820	0.7418	0.25820	0.18799	0.07021	4	5	14
0.0260	18867	7275	26142	0.7386	0.26142	0.18867	0.07275	4	5	14
0.0265	19559	7496	27055	0.7295	0.27055	0.19559	0.07496	4	5	13
0.0270	19801	7853	27654	0.7235	0.27654	0.19801	0.07853	4	5	13
0.0275	20200	7794	27994	0.7201	0.27994	0.20200	0.07794	4	5	13
0.0280	20375	8115	28490	0.7151	0.28490	0.20375	0.08115	4	5	12
0.0285	20592	8382	28974	0.7103	0.28974	0.20592	0.08382	3	5	12
0.0290	21296	8670	29966	0.7003	0.29966	0.21296	0.08670	3	5	12
0.0295	21647	8816	30463	0.6954	0.30463	0.21647	0.08816	3	5	11
0.0300	22106	9040	31146	0.6885	0.31146	0.22106	0.09040	3	5	11
0.0305	22496	9357	31853	0.6815	0.31853	0.22496	0.09357	3	4	11
0.0310	22570	9492	32062	0.6794	0.32062	0.22570	0.09492	3	4	11
0.0400	29214	13084	42298	0.5770	0.42298	0.29214	0.13084	2	3	8
0.0500	35308	16784	52092	0.4791	0.52092	0.35308	0.16784	2	3	6
0.0600	40888	19950	60838	0.3916	0.60838	0.40888	0.19950	2	2	5
0.0700	46400	21918	68318	0.3168	0.68318	0.46400	0.21918	1	2	5
0.0800	51167	23192	74359	0.2564	0.74359	0.51167	0.23192	1	2	4
0.0900	55838	23954	79792	0.2021	0.79792	0.55838	0.23954	1	2	4
0.1000	60153	23714	83867	0.1613	0.83867	0.60153	0.23714	1	2	4



รูปที่ 4.12 แสดงค่า Power เมื่อเปอร์เซ็นต์ของ TCH Drop สูงขึ้น

จากรูปที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่าเมื่อระบบมีการเปลี่ยนแปลงไปโดยมีสัดส่วนของ TCH Drop เพิ่มสูงขึ้น พบว่ามีโอกาสในการตรวจสอบความผิดปกติมากขึ้นและจากข้อมูลในตารางที่ 4.7 ทำให้สามารถสรุปได้ว่าหลังจากการปรับค่า n_1 และ n_2 นั้นทำให้ได้ผลตามการออกแบบและสามารถนำผลที่ได้แสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ของค่าความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I Error) และค่าความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II Error) รวมถึงค่า In-Control

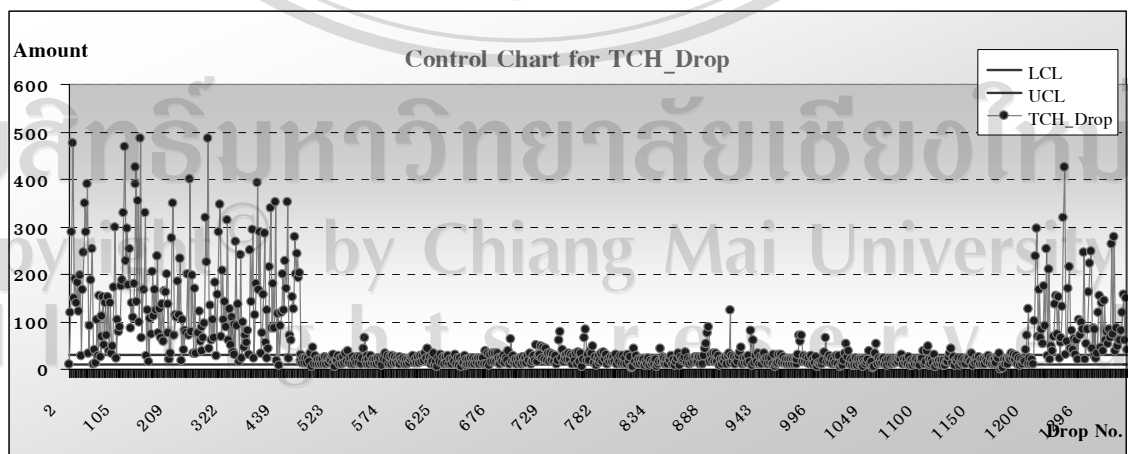
และเมื่อรันโปรแกรมเพื่อหาค่าของ n_1 และ n_2 ที่เหมาะสมในแต่ละ α โดยกำหนดให้ $Po = 0.072$ และ $\gamma = 0.14$ จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงผล n_1 และ n_2 ที่ปรับค่าจากการคำนวณและจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม

		Out Of Control					
	Alpha	Case 1	Case 2	Case1+Case2	n_1	n_2	Type I Error(from Program)
1	0.05	4274	632	4906	9	30	0.0491
2	0.1	8542	1357	9899	18	51	0.0990
3	0.15	12861	2032	14893	28	70	0.1489
4	0.2	17101	2725	19826	38	90	0.1983
5	0.25	21310	3401	24711	49	110	0.2471
6	0.3	25393	3915	29308	60	129	0.2931
7	0.35	29959	4849	34808	73	155	0.3481
8	0.4	34109	5468	39577	86	180	0.3958
9	0.45	38442	6267	44709	101	212	0.4471
10	0.5	42974	6984	49958	118	251	0.4996

จากการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ทำให้ได้ค่า Control (n_1 , n_2) เพื่อทดสอบใช้งานกับข้อมูลที่ระบบมีความผิดปกติที่ทำการเก็บบันทึกไว้ว่าค่า Control ดังกล่าวสามารถที่จะตรวจสอบระบบได้หรือไม่ว่าระบบมีความผิดปกติไปโดยภายในชุดข้อมูลนั้นประกอบไปด้วย

- 1) ช่วงแรกที่ระบบปกติ
- 2) ช่วงที่สองเป็นข้อมูลที่ระบบมีความผิดปกติรวมกับข้อมูลที่อยู่ในช่วงแก้ไขระบบแต่ระบบยังคงมีความผิดปกติอยู่
- 3) ช่วงสุดท้ายเป็นข้อมูลที่ระบบถูกแก้ไขกลับมาปกติดั้งเดิมหลังจากทราบสาเหตุที่แน่ชัดแล้ว



รูปที่ 4.13 แสดงการทดสอบค่าควบคุมกับข้อมูลระบบที่มีความผิดปกติ

จากรูปที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่าค่าพิกัดควบคุม n_1 และ n_2 สามารถที่จะตรวจสอบและระบบข้อมูลเก่าที่มีการเก็บบันทึกได้ว่าระบบในช่วงเวลาดังกล่าวนั้นมีความผิดปกติไปทำให้มั่นใจว่าค่าพิกัดควบคุมนี้สามารถที่จะใช้ในการควบคุมและแจ้งเตือนความผิดปกติของระบบได้จริง

จากนั้นนำเงื่อนไขการตรวจสอบทั้งหมด 4 แบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.14 และ 4.15

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Report Drops Call - Trend																
2													dx(d1,d2)	Calculate	Justment	LCL	UCL
3	DATE TIME	Region	Vendor	MNC	BSC Name	Cell Name	TCH Drops	Total Terminated		ทำให้เป็นต่อไฟฟ้							
4	01/11/2007 0:00:00	1 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	5		5			1	3		9	30
5	01/11/2007 1:00:00	2 All	All	BWCLM2	HHLT1		1	5		5			1	10		9	30
6	01/11/2007 2:00:00	3 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	6		6			1	16		9	30
7	01/11/2007 3:00:00	4 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	6		6	case 3		1	22		9	30
8	01/11/2007 4:00:00	5 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	2		2			1	24		9	30
9	01/11/2007 5:00:00	6 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	32		32			1	36		9	30
10	01/11/2007 6:00:00	7 All	All	BWCLM2	HHLT1		1	62		62			2	112	Good	9	30
11	01/11/2007 7:00:00	8 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	81		81			1	81		9	30
12	01/11/2007 8:00:00	9 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	100		100			1	181		9	30
13	01/11/2007 9:00:00	10 All	All	BWCLM2	HHLT1		1	107		107	case 3		1	288		9	30
14	01/11/2007 10:00:00	11 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	117		117			1	405		9	30
15	01/11/2007 11:00:00	12 All	All	BWCLM2	HHLT1		1	71		71			2	476	Good	9	30
16	01/11/2007 12:00:00	13 All	All	BWCLM2	HHLT1		1	149		149	case 3		1	149		9	30
17	01/11/2007 13:00:00	14 All	All	BWCLM2	HHLT1		2	84		42	case 3		2	191	Good	9	30
18	01/11/2007 14:00:00	15 All	All	BWCLM2	HHLT1		1	139		139	case 3		1	139		9	30
19	01/11/2007 15:00:00	16 All	All	BWCLM2	HHLT1		2	88		44	case 3		3	183	Good	9	30
20	01/11/2007 16:00:00	17 All	All	BWCLM2	HHLT1		1	122		122	case 3		1	122		9	30
21	01/11/2007 17:00:00	18 All	All	BWCLM2	HHLT1		1	75		75	case 3		2	197	Good	9	30
22	01/11/2007 18:00:00	19 All	All	BWCLM2	HHLT1		3	87		29			1	29		9	30
23	01/11/2007 19:00:00	20 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	49		49	case 3		1	78		9	30
24	01/11/2007 20:00:00	21 All	All	BWCLM2	HHLT1		1	89		89			2	167	Good	9	30
25	01/11/2007 21:00:00	22 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	21		21			1	21		9	30
26	01/11/2007 22:00:00	23 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	9		9			1	30		9	30
27	01/11/2007 23:00:00	24 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	5		5			1	35		9	30
28	02/11/2007 0:00:00	25 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	5		5			1	40		9	30
29	02/11/2007 1:00:00	26 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	1		1			1	41		9	30
30	02/11/2007 2:00:00	27 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	0		0			1	41		9	30
31	02/11/2007 3:00:00	28 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	1		1	case 3		1	42		9	30
32	02/11/2007 4:00:00	29 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	2		2			1	44		9	30
33	02/11/2007 5:00:00	30 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	12		12			1	56		9	30
34	02/11/2007 6:00:00	31 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	56		56			1	112		9	30
35	02/11/2007 7:00:00	32 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	82		82			1	194		9	30
36	02/11/2007 8:00:00	33 All	All	BWCLM2	HHLT1		2	101		51			1	245		9	30
37	02/11/2007 9:00:00	34 All	All	BWCLM2	HHLT1		1	104		104			2	340	Good	9	30
38	02/11/2007 10:00:00	35 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	60		60			1	60		9	30
39	02/11/2007 11:00:00	36 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	101		101			1	161		9	30
40	02/11/2007 12:00:00	37 All	All	BWCLM2	HHLT1		0	111		111			1	171		9	30

รูปที่ 4.14 แสดงการตรวจสอบเงื่อนไขการควบคุม

1167	19/12/2007	22:00:00	1164	All	All	BWCLM2	HHLT1	6	74	13	CASE1	1	13		9	30
1168	19/12/2007	23:00:00	1165	All	All	BWCLM2	HHLT1	2	25	13	CASE2	2	26	NG	9	30
1169	20/12/2007	0:00:00	1166	All	All	BWCLM2	HHLT1	1	23	23	CASE3	1	23		9	30
1170	20/12/2007	1:00:00	1167	All	All	BWCLM2	HHLT1	1	10	10	CASE1	2	33	Good	9	30
1171	20/12/2007	2:00:00	1168	All	All	BWCLM2	HHLT1	2	2	1	CASE1	1	1	NG	9	30
1172	20/12/2007	3:00:00	1169	All	All	BWCLM2	HHLT1	1	4	4	CASE1	1	4	NG	9	30
1173	20/12/2007	4:00:00	1170	All	All	BWCLM2	HHLT1	2	6	3	CASE1	1	3	NG	9	30
1174	20/12/2007	5:00:00	1171	All	All	BWCLM2	HHLT1	4	69	18	CASE2	1	18		9	30
1175	20/12/2007	6:00:00	1172	All	All	BWCLM2	HHLT1	19	172	10	CASE2	2	28	NG	9	30
1176	20/12/2007	7:00:00	1173	All	All	BWCLM2	HHLT1	28	244	9	CASE2	1	9		9	30
1177	20/12/2007	8:00:00	1174	All	All	BWCLM2	HHLT1	22	222	11	CASE2	2	20	NG	9	30
1178	20/12/2007	9:00:00	1175	All	All	BWCLM2	HHLT1	26	317	13	CASE3	1	13		9	30
1179	20/12/2007	10:00:00	1176	All	All	BWCLM2	HHLT1	6	111	19	CASE3	2	32	Good	9	30
1180	20/12/2007	11:00:00	1177	All	All	BWCLM2	HHLT1	12	177	15	CASE3	1	15		9	30
1181	20/12/2007	12:00:00	1178	All	All	BWCLM2	HHLT1	14	296	22	CASE3	2	37	Good	9	30
1182	20/12/2007	13:00:00	1179	All	All	BWCLM2	HHLT1	18	127	8	CASE2	1	8	NG	9	30
1183	20/12/2007	14:00:00	1180	All	All	BWCLM2	HHLT1	11	217	20	CASE2	1	20		9	30
1184	20/12/2007	15:00:00	1181	All	All	BWCLM2	HHLT1	20	160	8	CASE2	2	28	NG	9	30
1185	20/12/2007	16:00:00	1182	All	All	BWCLM2	HHLT1	18	191	11	CASE2	1	11		9	30
1186	20/12/2007	17:00:00	1183	All	All	BWCLM2	HHLT1	24	244	11	CASE2	2	22	NG	9	30
1187	20/12/2007	18:00:00	1184	All	All	BWCLM2	HHLT1	39	304	8	CASE2	1	8	NG	9	30
1188	20/12/2007	19:00:00	1185	All	All	BWCLM2	HHLT1	23	296	13	CASE2	1	13		9	30
1189	20/12/2007	20:00:00	1186	All	All	BWCLM2	HHLT1	34	274	9	CASE2	2	22	NG	9	30
1190	20/12/2007	21:00:00	1187	All	All	BWCLM2	HHLT1	23	187	9	CASE2	1	9		9	30
1191	20/12/2007	22:00:00	1188	All	All	BWCLM2	HHLT1	6	88	15	CASE2	2	24	NG	9	30
1192	20/12/2007	23:00:00	1189	All	All	BWCLM2	HHLT1	1	25	25	CASE3	1	25		9	30
1193	21/12/2007	0:00:00	1190	All	All	BWCLM2	HHLT1	0	55	55	CASE3	2	80		9	30
1194	21/12/2007	1:00:00	1191	All	All	BWCLM2	HHLT1	1	15	15	CASE3	2	05	Good	9	30
1195	21/12/2007	2:00:00	1192	All	All	BWCLM2	HHLT1	0	6	6	CASE4	1	6		9	30
1196	21/12/2007	3:00:00	1193	All	All	BWCLM2	HHLT1	0	1	1	CASE4	1	7		9	30
1197	21/12/2007	4:00:00	1194	All	All	BWCLM2	HHLT1	0	13	13	CASE4	1	20		9	30
1198	21/12/2007	5:00:00	1195	All	All	BWCLM2	HHLT1	1	36	36	CASE4	1	56		9	30
1199	21/12/2007	6:00:00	1196	All	All	BWCLM2	HHLT1	14	153	11	CASE4	2	67	Good	9	30
1200	21/12/2007	7:00:00	1197	All	All	BWCLM2	HHLT1	7	76	11	CASE4	1	11		9	30

รูปที่ 4.15 แสดงการตรวจสอบเงื่อนไขการควบคุม

จากรูปที่ 4.14 และ 4.15 สามารถอธิบาย ได้ดังนี้

กรณีที่ 1 หากค่า TCH Drop น้อยกว่า 9 (บ่งบอกว่าระบบผิดปกติ)

กรณีที่ 2 หากค่า TCH Drop มากกว่า 9 ให้ตรวจสอบค่าต่อไป ซึ่งถ้าเราคิดเป็นชั่วโมง จำเป็นที่จะต้องบวกเพิ่มค่าปัจจุบันกับค่าต่อไปเพื่อตรวจสอบว่าน้อยกว่า 30 หรือไม่และทำการรีเซ็ตค่าเพื่อรับเงื่อนไขต่อไป (บ่งบอกว่าระบบผิดปกติ)

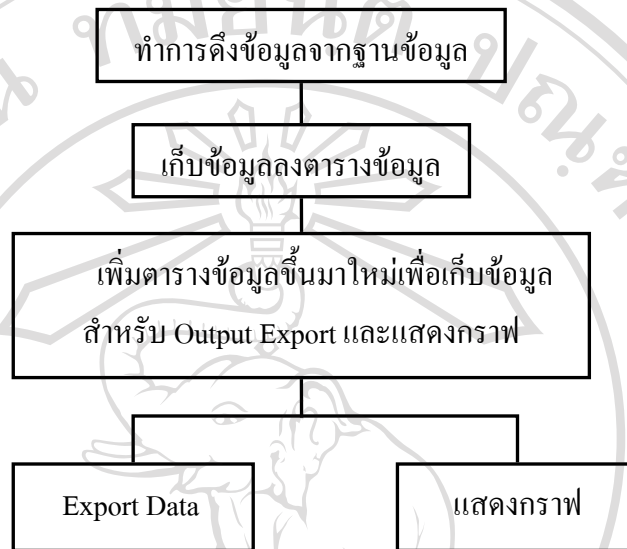
กรณีที่ 3 หากค่า TCH Drop มากกว่า 9 ให้ตรวจสอบค่าต่อไป ซึ่งถ้าเราคิดเป็นชั่วโมง จำเป็นที่จะต้องบวกเพิ่มค่าปัจจุบันกับค่าต่อไปเพื่อตรวจสอบว่าเกิน 30 หรือไม่และทำการรีเซ็ตค่าเพื่อรับเงื่อนไขต่อไป (บ่งบอกว่าระบบปกติ)

กรณีที่ 4 หากค่า TCH Drop มากกว่า 30 ค่าต่อไปจะต้องบวกเพิ่มค่าปัจจุบันและทำการรีเซ็ต ค่าเพื่อรับเงื่อนไขต่อไป (บ่งบอกว่าระบบผิดปกติ)

โดยผลที่ได้จากการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์นี้ นำมาออกแบบสร้างเงื่อนไขการตรวจสอบในรูปของฐานข้อมูลเพื่อใช้สำหรับกำหนดการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของเว็บไซต์ตามที่ได้ออกแบบไว้

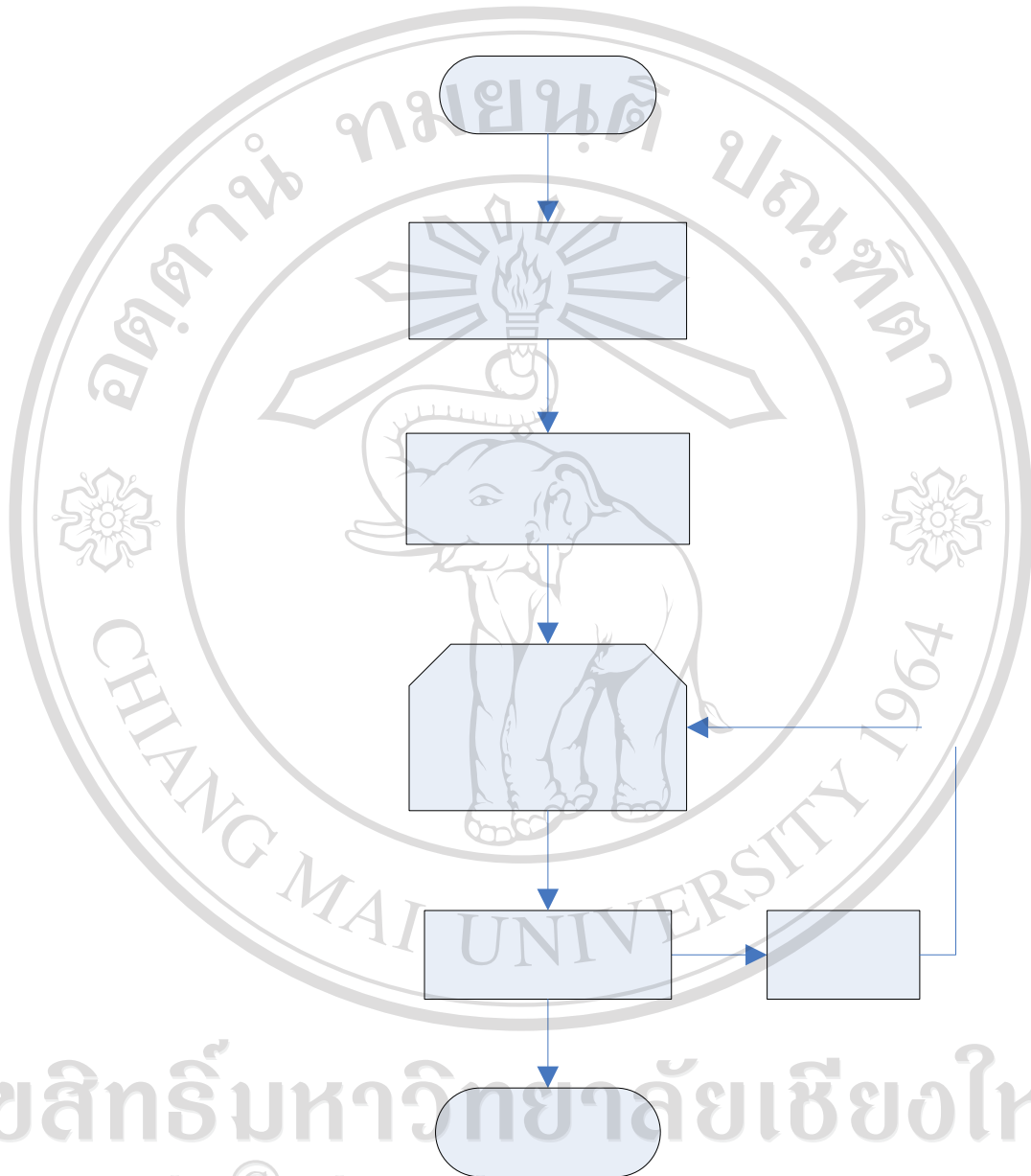
หลักการทำงานของเว็บไซต์ สามารถแสดงได้เป็น 3 ฟังก์ชันตอนได้แก่

1. ฟังก์ชันตอนในการดึงข้อมูลและเก็บบันทึกค่าลงในฐานข้อมูลรวมถึงการแสดงกราฟข้อมูล สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 แสดงการดึงและการเก็บบันทึกค่าลงฐานข้อมูล

2. ฟังขั้นตอนการสร้างตารางข้อมูลใหม่



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

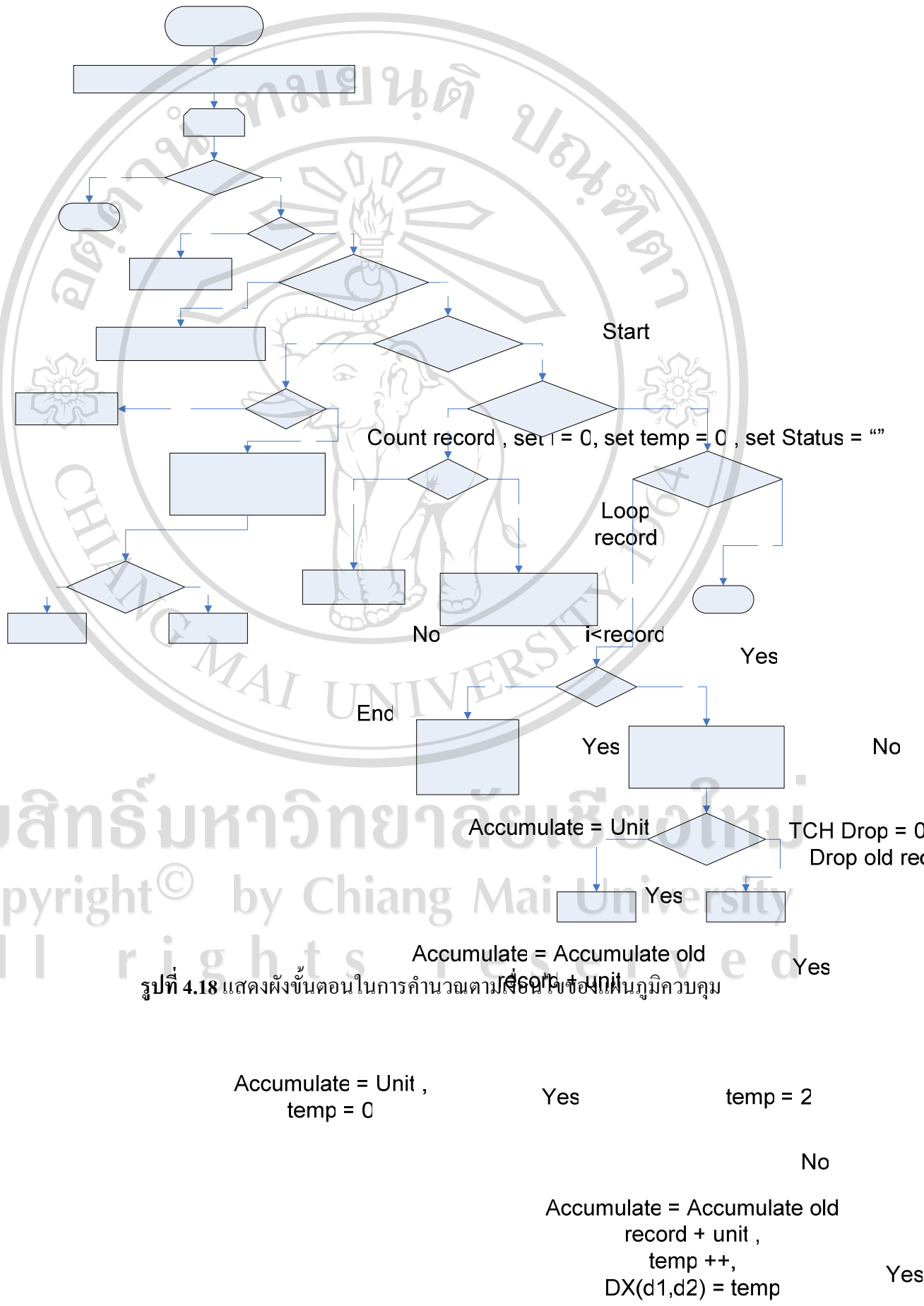
All rights reserved

รูปที่ 4.17 แสดงฟังขั้นตอนการสร้างตารางข้อมูลใหม่

Get
da

New
New

3. ฟังก์ชันตอนการคำนวณตามเงื่อนไขของแผนภูมิควบคุม

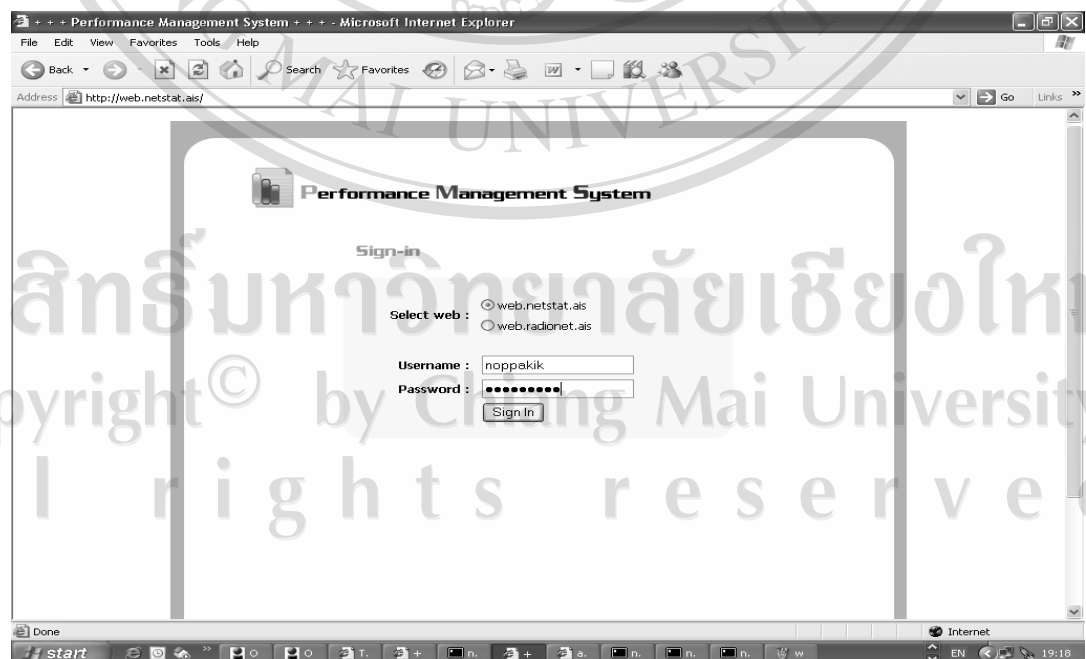


รูปที่ 4.18 แสดงฟังก์ชันตอนในการคำนวณตามเงื่อนไขของแผนภูมิควบคุม

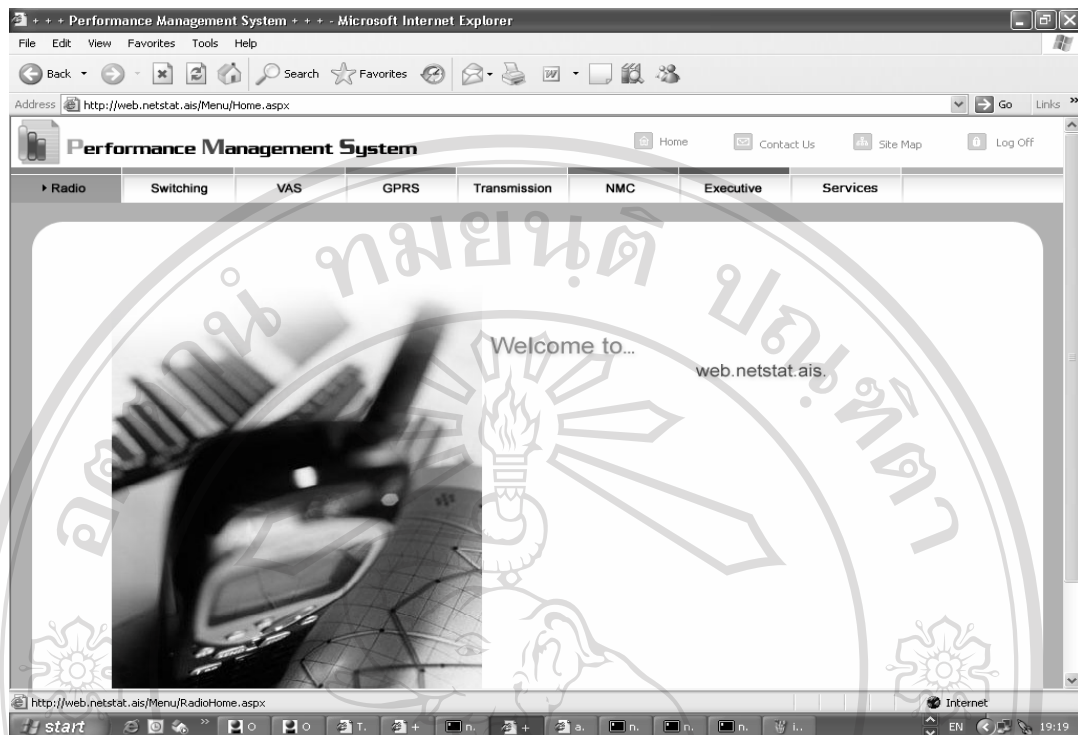
จากรูปที่ 4.19 – 4.28 แสดงการใช้งานและการแสดงผลการตรวจสอบความผิดปกติระบบด้วยแผนภูมิควบคุมผ่านทางเว็บไซต์ที่ทำการออกแบบ



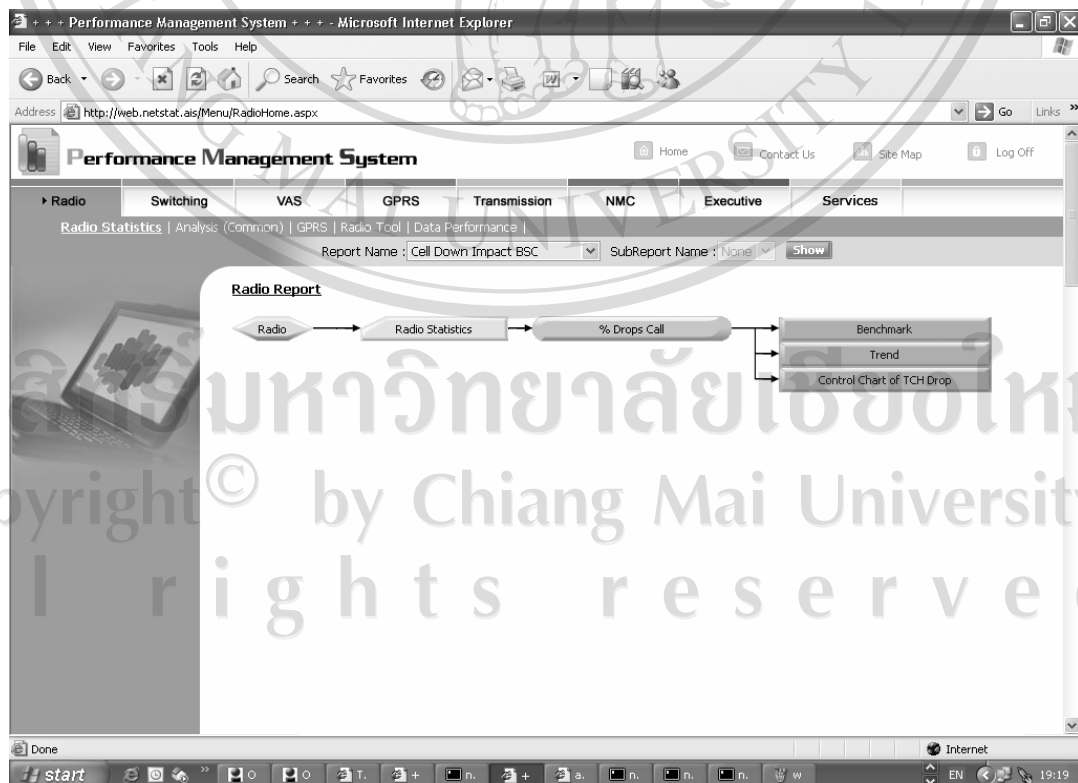
รูปที่ 4.19 แสดงหน้าหลักในการตรวจสอบความผิดปกติระบบด้วยแผนภูมิควบคุม



รูปที่ 4.20 แสดงการเข้าสู่การตรวจสอบความผิดปกติของระบบด้วยแผนภูมิควบคุม

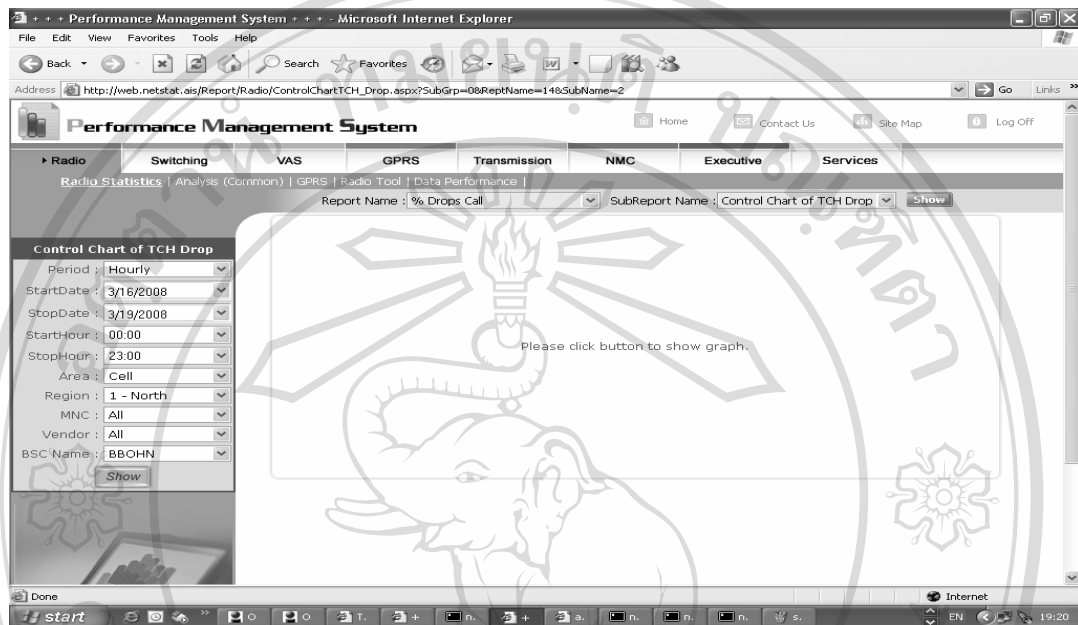


รูปที่ 4.21 แสดงหน้าต่างต้อนรับเข้าสู่ระบบ

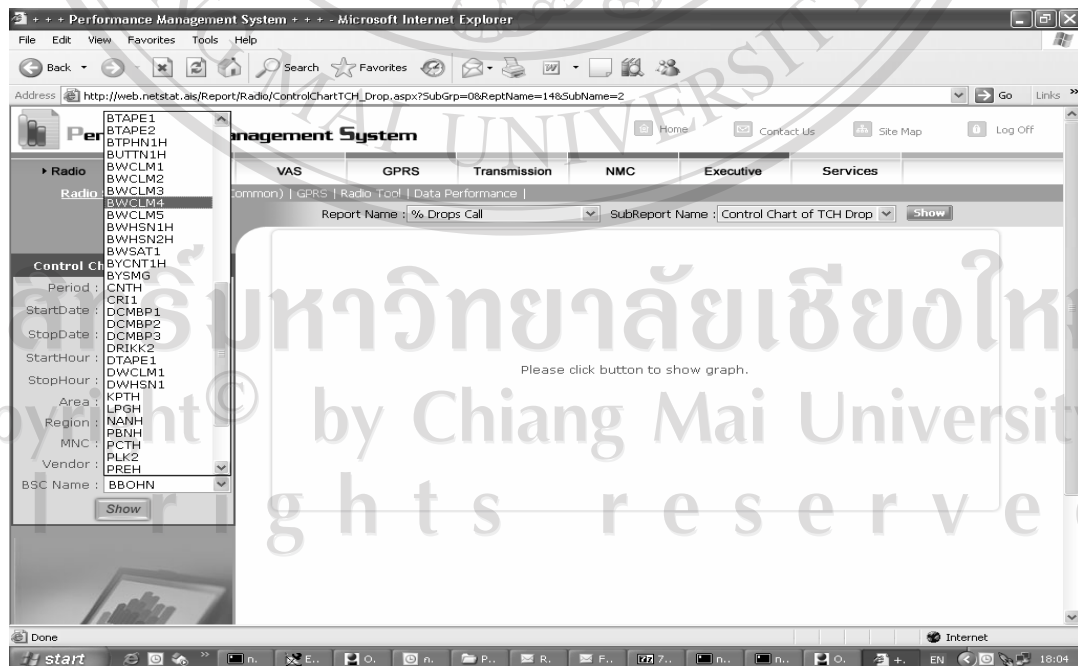


รูปที่ 4.22 แสดงหน้าต่างของเมนูหลัก

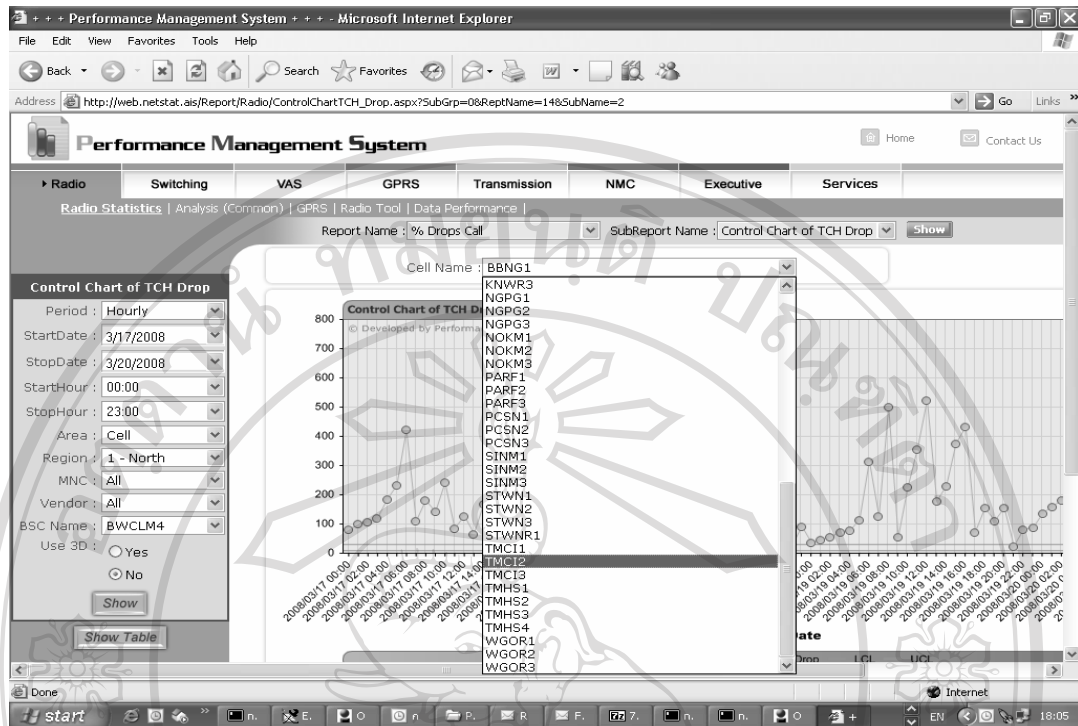
จากรูปที่ 4.22 เมื่อเลือกที่รายการ Control Chart of TCH Drop ระบบจะแสดงหน้าต่างในการเลือก ภาคและ BSC ที่ต้องการแสดงผล ดังแสดงในรูปที่ 4.23 – 4.24



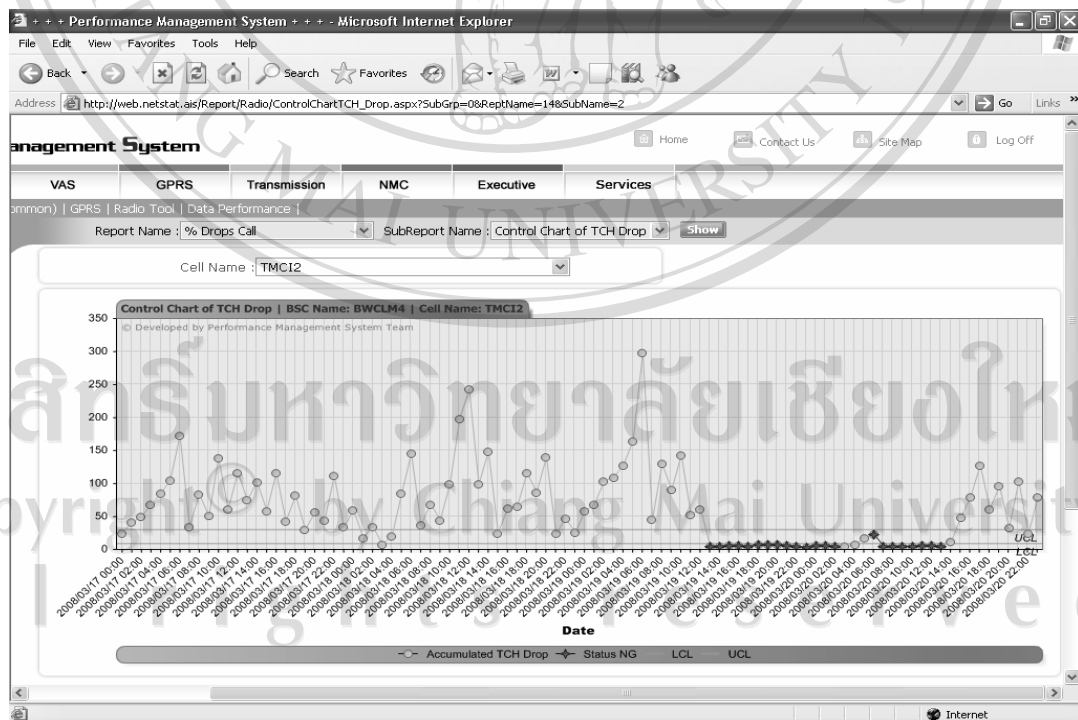
รูปที่ 4.23 แสดงหน้าต่างในการเลือกภาคและ BSC ที่ต้องการแสดงผล



รูปที่ 4.24 แสดงหน้าต่างในการเลือก BSC ที่ต้องการแสดงผล



รูปที่ 4.25 แสดงหน้าต่างในการเลือก Cell ที่ต้องการแสดงผล



รูปที่ 4.26 แสดงหน้าต่างที่เป็นผลจากการเลือก BSC และ Cell

สามารถทำการตรวจสอบในรูปแบบของข้อมูลโดยการเลือกการ Export to Excel เพื่อแสดงตารางข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4.27

http://web.netstat.ais - Table - Microsoft Internet Explorer

Control Chart TCH Drop

Export to Excel

DATE/TIME	Region	Vendor	MNC	BSC Name	Cell Name	TCH Drops	Total Terminat	Unit	Accumul
2008/03/17 00:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	3	75	25	25
2008/03/17 01:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	16	16	41
2008/03/17 02:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	9	9	50
2008/03/17 03:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	18	18	68
2008/03/17 04:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	17	17	85
2008/03/17 05:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	2	39	20	105
2008/03/17 06:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	4	273	68	173
2008/03/17 07:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	13	461	35	35
2008/03/17 08:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	9	445	49	84
2008/03/17 09:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	7	360	51	51
2008/03/17 10:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	4	351	88	139
2008/03/17 11:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	6	371	62	62
2008/03/17 12:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	7	379	54	116
2008/03/17 13:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	5	377	75	75
2008/03/17 14:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	11	305	28	103
2008/03/17 15:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	6	351	59	59
2008/03/17 16:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	6	339	57	116
2008/03/17 17:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	8	346	43	43
2008/03/17 18:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	11	430	39	82
2008/03/17 19:01	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	18	536	30	30

start

Internet

EN 18:02

รูปที่ 4.27 แสดงตารางข้อมูลของ TCH Call Drop

สำหรับการส่งออกข้อมูลสามารถเลือกที่เมนูในการ Export เพื่อส่งออกข้อมูลออกมาเก็บไว้ในรูปแบบของ Excel ได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.28

และด้วยเงื่อนไขนี้หากระบบตรวจสอบในฐานข้อมูลพบข้อความว่า NG (Not Good) ซึ่งแสดงว่าระบบมีความผิดปกติระบบจะทำการส่งอีเมลล์ให้กับผู้ดูแลโดยอัตโนมัติเพื่อแจ้งให้ทีมแก้ไขนั้นทราบหากระบบมีความผิดปกติไปจากที่ควรจะเป็น

Microsoft Excel - Control Chart TCH Drop

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

Type a question for help

Control Chart TCH Drop

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
	DATE TIME	Region	Vendor	MNC	BSC Name	Cell Name	TCH Drops	Total Terr	Unit	Accumula	Status	LCL	UCL				
3	17/3/2008 0:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	3	75	25	25	-	9	30				
4	17/3/2008 1:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	16	16	41	-	9	30				
5	17/3/2008 2:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	9	9	50	-	9	30				
6	17/3/2008 3:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	18	18	68	-	9	30				
7	17/3/2008 4:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	17	17	85	-	9	30				
8	17/3/2008 5:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	2	39	20	105	-	9	30				
9	17/3/2008 6:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	4	273	68	173	Good	9	30				
10	17/3/2008 7:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	13	461	35	35	-	9	30				
11	17/3/2008 8:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	9	445	49	84	Good	9	30				
12	17/3/2008 9:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	7	360	51	51	-	9	30				
13	17/3/2008 10:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	4	351	88	139	Good	9	30				
14	17/3/2008 11:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	6	371	62	62	-	9	30				
15	17/3/2008 12:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	7	379	54	116	Good	9	30				
16	17/3/2008 13:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	5	377	75	75	-	9	30				
17	17/3/2008 14:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	11	305	28	103	Good	9	30				
18	17/3/2008 15:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	6	351	59	59	-	9	30				
19	17/3/2008 16:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	6	339	57	116	Good	9	30				
20	17/3/2008 17:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	8	346	43	43	-	9	30				
21	17/3/2008 18:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	11	430	39	82	Good	9	30				
22	17/3/2008 19:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	18	536	30	30	-	9	30				
23	17/3/2008 20:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	19	512	27	57	Good	9	30				
24	17/3/2008 21:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	9	399	44	44	-	9	30				
25	17/3/2008 22:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	5	339	68	112	Good	9	30				
26	17/3/2008 23:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	3	101	34	34	-	9	30				
27	18/3/2008 0:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	3	78	26	60	Good	9	30				
28	18/3/2008 1:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	1	18	18	18	-	9	30				
29	18/3/2008 2:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	1	17	17	35	Good	9	30				
30	18/3/2008 3:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	8	8	8	-	9	30				
31	18/3/2008 4:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	1	13	13	21	-	9	30				
32	18/3/2008 5:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	64	64	85	-	9	30				
33	18/3/2008 6:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	4	244	61	146	Good	9	30				
34	18/3/2008 7:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	11	417	38	38	-	9	30				
35	18/3/2008 8:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	24	744	31	69	Good	9	30				
36	18/3/2008 9:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	10	446	45	45	-	9	30				
37	18/3/2008 10:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	7	376	54	99	Good	9	30				
38	18/3/2008 11:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	2	396	198	198	-	9	30				
39	18/3/2008 12:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	10	451	45	243	Good	9	30				
40	18/3/2008 13:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	3	296	99	99	-	9	30				
41	18/3/2008 14:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	7	353	50	149	Good	9	30				
42	18/3/2008 15:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	15	375	25	25	-	9	30				
43	18/3/2008 16:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	11	422	38	63	Good	9	30				
44	18/3/2008 17:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	6	397	66	66	-	9	30				
45	18/3/2008 18:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	8	397	50	116	Good	9	30				
46	18/3/2008 19:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	7	612	87	87	-	9	30				
47	18/3/2008 20:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	9	473	53	140	Good	9	30				
48	18/3/2008 21:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	11	265	24	24	-	9	30				
49	18/3/2008 22:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	7	161	23	47	Good	9	30				
50	18/3/2008 23:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	4	102	26	26	-	9	30				
51	19/3/2008 0:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	32	32	58	-	9	30				
52	19/3/2008 1:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	11	11	69	-	9	30				
53	19/3/2008 2:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	35	35	104	-	9	30				
54	19/3/2008 3:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	6	6	110	-	9	30				
55	19/3/2008 4:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	18	18	128	-	9	30				
56	19/3/2008 5:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	37	37	165	-	9	30				
57	19/3/2008 6:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	2	267	134	299	Good	9	30				
58	19/3/2008 7:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	10	459	46	46	-	9	30				
59	19/3/2008 8:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	5	420	84	130	Good	9	30				
60	19/3/2008 9:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	4	365	91	91	-	9	30				
61	19/3/2008 10:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	7	367	52	143	Good	9	30				
62	19/3/2008 11:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	7	369	53	53	-	9	30				
63	19/3/2008 12:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	45	405	9	62	Good	9	30				
64	19/3/2008 13:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	91	483	5	5	NG	9	30				
65	19/3/2008 14:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	105	480	5	5	NG	9	30				
66	19/3/2008 15:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	72	416	6	6	NG	9	30				
67	19/3/2008 16:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	85	506	6	6	NG	9	30				
68	19/3/2008 17:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	94	493	5	5	NG	9	30				
69	19/3/2008 18:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	74	607	8	8	NG	9	30				
70	19/3/2008 19:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	86	705	8	8	NG	9	30				
71	19/3/2008 20:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	78	659	8	8	NG	9	30				
72	19/3/2008 21:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	78	449	6	6	NG	9	30				
73	19/3/2008 22:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	55	268	5	5	NG	9	30				
74	19/3/2008 23:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	30	132	4	4	NG	9	30				
75	20/3/2008 0:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	6	43	7	7	NG	9	30				
76	20/3/2008 1:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	3	18	6	6	NG	9	30				
77	20/3/2008 2:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	2	9	5	5	NG	9	30				
78	20/3/2008 3:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	5	5	5	-	9	30				
79	20/3/2008 4:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	0	3	3	8	-	9	30				
80	20/3/2008 5:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	7	64	9	17	-	9	30				
81	20/3/2008 6:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	36	230	6	23	NG	9	30				
82	20/3/2008 7:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	98	471	5	5	NG	9	30				
83	20/3/2008 8:00	1 - North	All	All	BWCLM4	TMC12	94	459	5	5	NG	9	30				

Ready

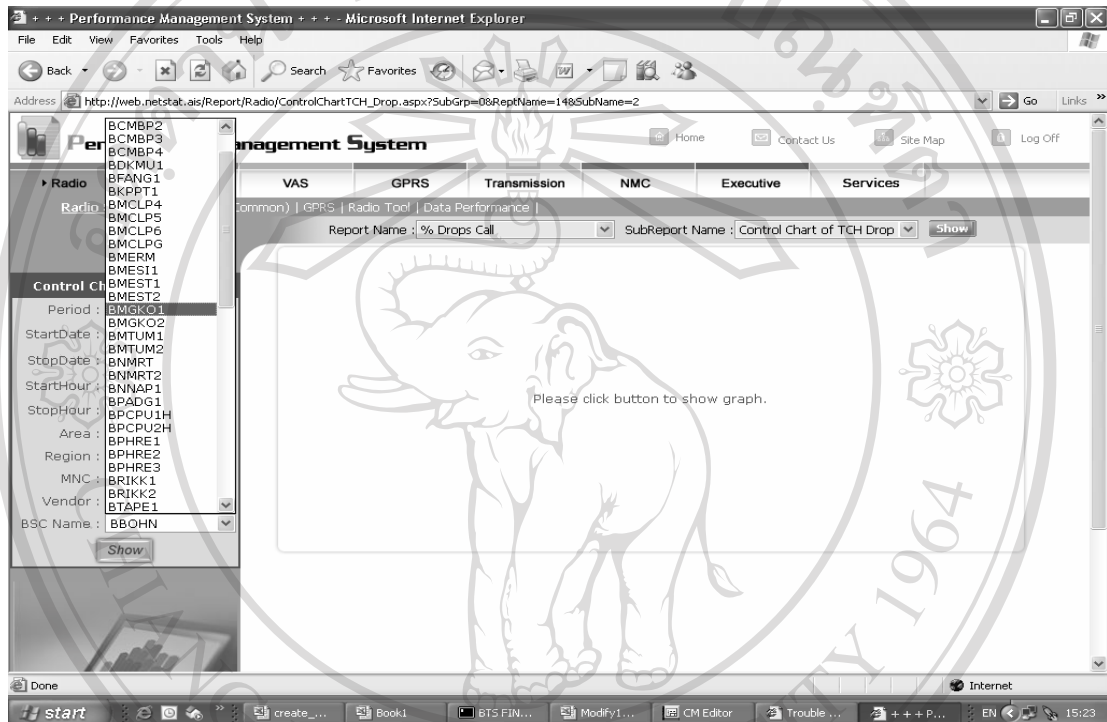
start Document1 - Micros... Microsoft Excel - Con... untitled - Paint EN

รูปที่ 4.28 แสดงข้อมูลที่ส่งออกในรูปแบบของ Excel

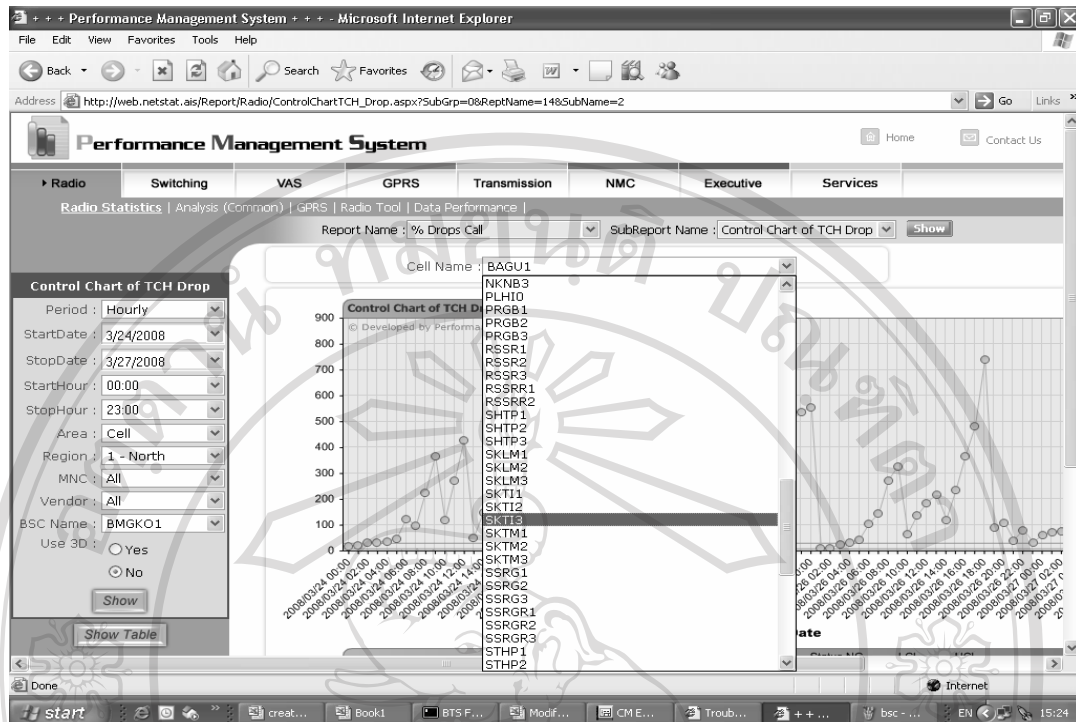
4.3 ผลจากการนำแผนภูมิควบคุมที่ออกแบบและสร้างเป็นระบบอัตโนมัติไปประยุกต์ใช้งาน

ตัวอย่างผลที่ได้จากการใช้แผนภูมิควบคุม

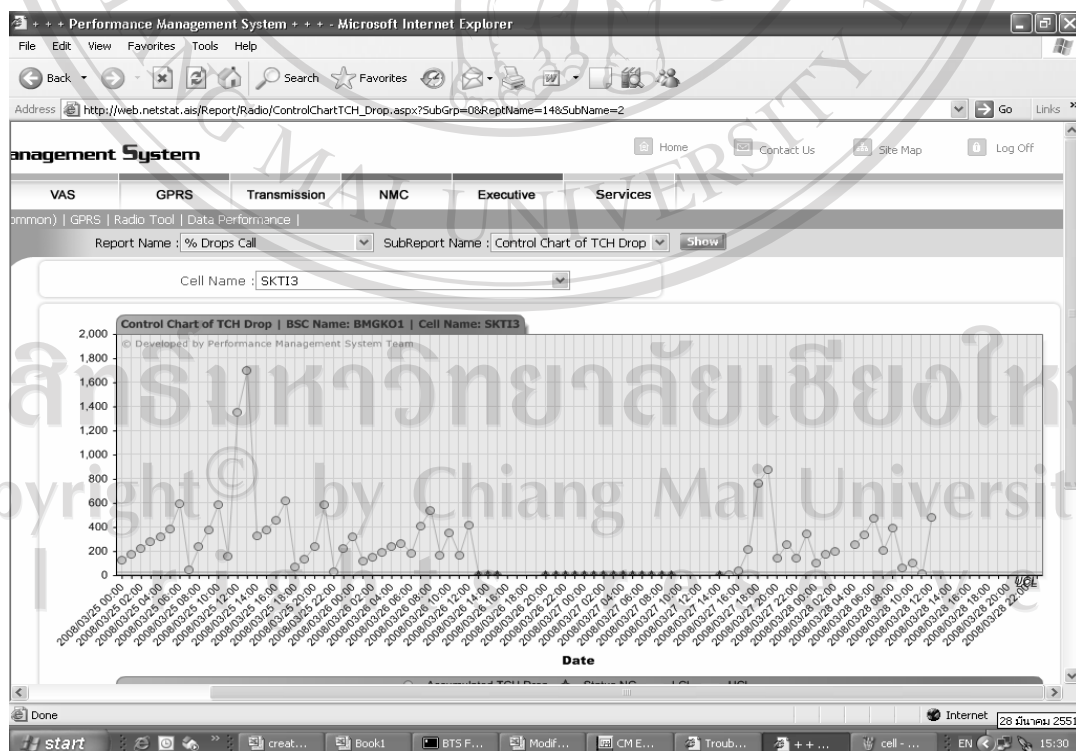
ตัวอย่างที่หนึ่ง ระบบทำการแจ้งเตือนความผิดปกติหลังจากสถานีฐานมีปัญหาด้านไฟฟ้าที่จ่ายให้กับสถานีฐานจัดช่องแล้วส่งผลกระทบทำให้เกิดความผิดปกติแก่ระบบ



รูปที่ 4.29 แสดงการเลือก BSC ที่ต้องการเช็คข้อมูลระบบ

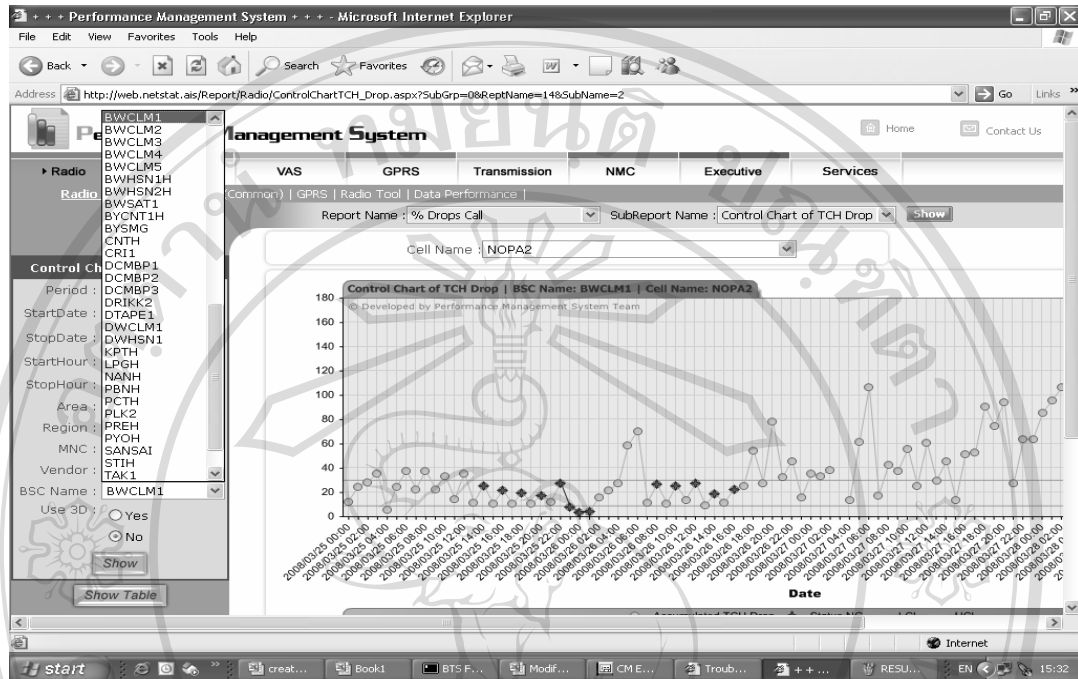


รูปที่ 4.30 แสดงการเลือก Cell-Site ที่ต้องการเช็คข้อมูล

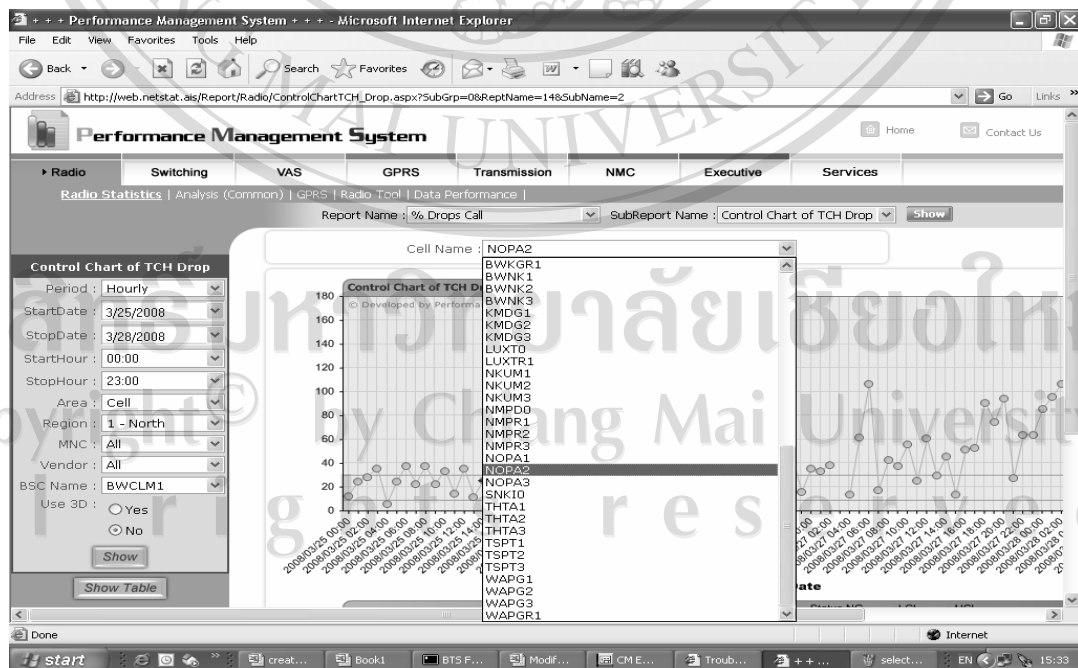


รูปที่ 4.31 แสดงผลที่ได้จากการเลือก BSC และ Cell-Site

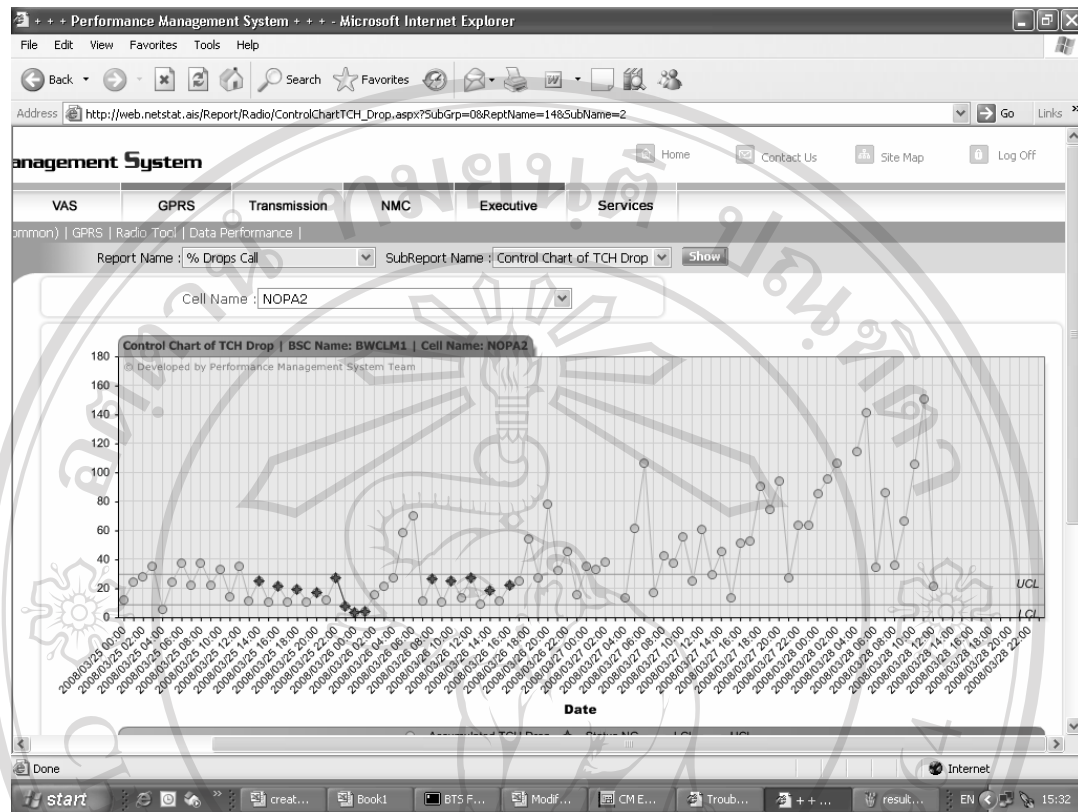
ตัวอย่างที่สอง ระบบแจ้งเตือนความผิดปกติจากสถานีฐานที่เปิดให้บริการใหม่



รูปที่ 4.32 แสดงการเลือก BSC ที่ต้องการเช็คข้อมูลระบบ



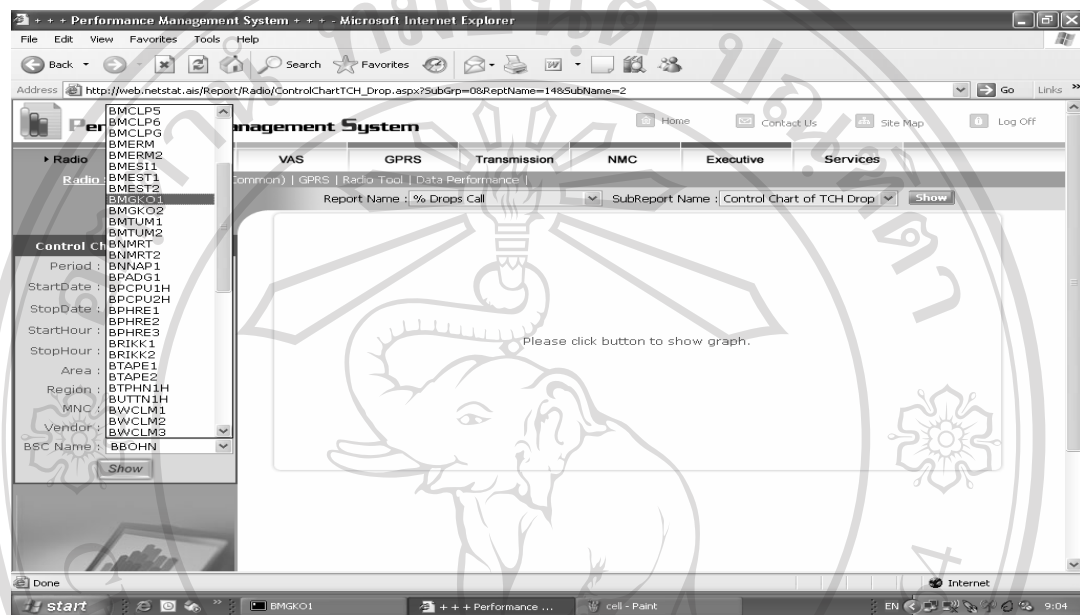
รูปที่ 4.33 แสดงการเลือก Cell-Site ที่ต้องการเช็คข้อมูล



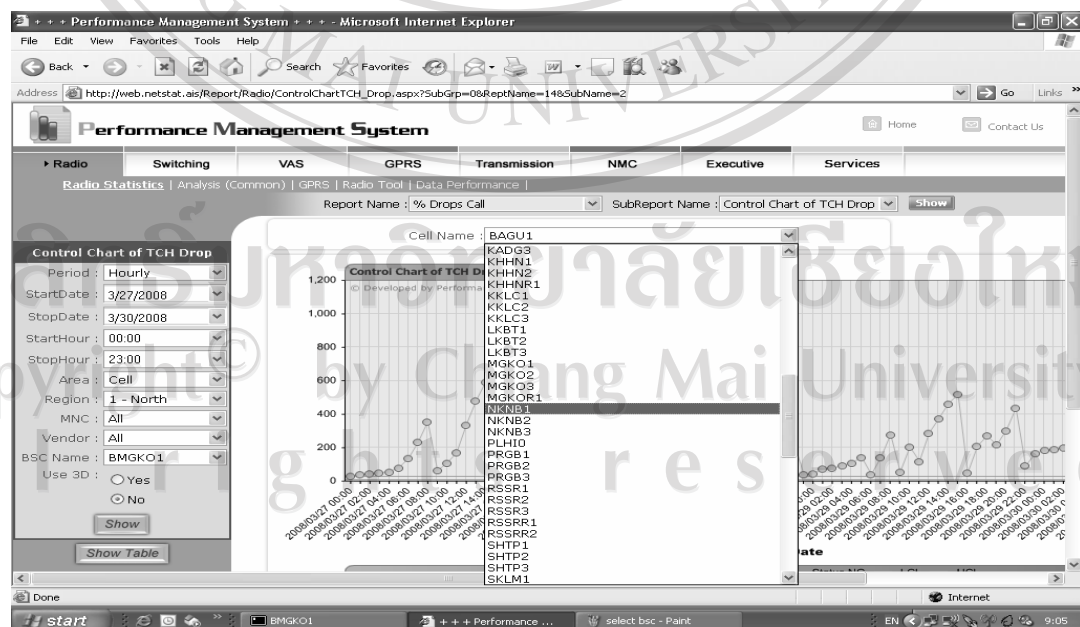
รูปที่ 4.34 แสดงผลที่ได้จากการเลือก BSC และ Cell-Site

จากรูปที่ 4.34 แสดงให้เห็นว่าในช่วงแรกระบบมีความผิดปกติแต่เมื่อระบบแจ้งเตือนได้อย่างรวดเร็วทำให้สามารถที่จะวิเคราะห์แก้ไขความผิดปกตินั้นทำให้ระบบกลับมาเป็นปกติ

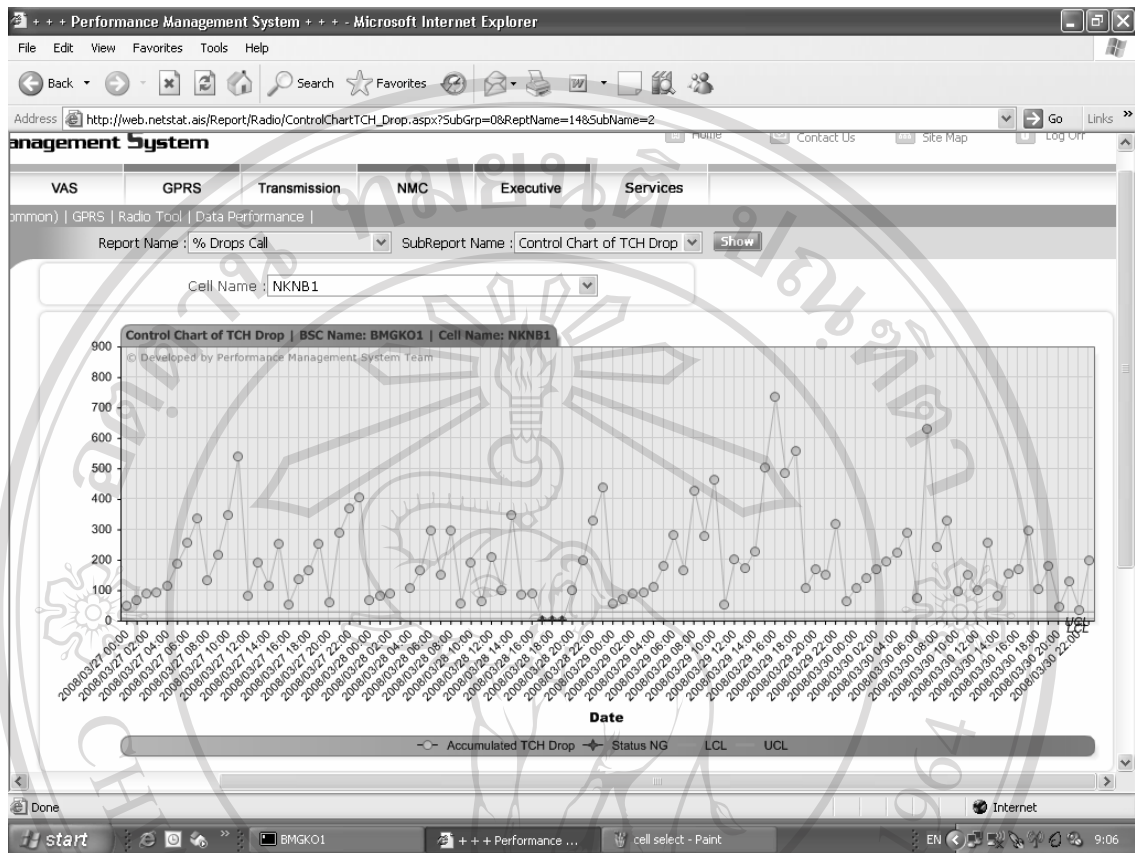
ตัวอย่างที่สาม ระบบแจ้งเตือนความผิดปกติ อันเนื่องมาจากการที่พนักงานกำหนดตำแหน่ง Time slot ของสถานีฐานผิดพลาด



รูปที่ 4.35 แสดงการเลือก BSC ที่ต้องการเช็คข้อมูลระบบ



รูปที่ 4.36 แสดงการเลือก Cell-Site ที่ต้องการเช็คข้อมูล



รูปที่ 4.37 แสดงผลที่ได้จากการเลือก BSC และ Cell-Site

หลังการใช้งานได้ทำการตรวจสอบ 80 ผลจากการแจ้งเตือนด้วยระบบอัตโนมัติในการเฝ้าระวังความผิดปกติของระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยแผนภูมิควบคุมเพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพพบว่าทุกผลการแจ้งเตือนหรือระบุว่าระบบมีความผิดปกติไปนั้นระบบมีความผิดปกติไปจากที่ควรจะเป็นจริงซึ่งแสดงให้เห็นถึงความถูกต้องและแม่นยำในการแจ้งเตือนความผิดปกติจากระบบ