สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการทดสอบจำลองการใช้ปริมาณแทรฟฟิคของการรับกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 จากเครื่องลูกข่ายรับชมวีดีโอ จำนวน 1 , 10 และ100 เครื่อง ภายใน 60 วินาทีซึ่งค่าที่นำมาแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ขอการวิเคราะห์ผลจากผลลัพธ์ที่ได้มาจากทำการคำนวณการวิเคราะห์ผลของผลลัพธ์เทรสไฟล์ (Trace File) ซึ่งเทรสไฟล์ได้มาจากการรันทดสอบมาจากการรันสคริปต์บนเอ็นเอสทูก่อนหน้า ดังนั้นจึงได้แบ่งผลการทดสอบออกเป็นสามหัวข้อหลักดังต่อไปนี้คือ

4.1 ผลการทดลองบนการจำลองสถานการณ์ทดสอบ

ตารางที่ 4-1 ผลการทดลองบนการจำลองบนสถานการณ์ทดสอบ

รูปแบบ 1 : การจำลองเหตุการณ์บนสถานการณ์ทดสอบมีแทรฟฟิครบกวนเข้าออกละ 1 Mbps.					
ตัววัดคุณภาพกลุ่มข้อมูลวีดีโอ		ปริมาณแทรฟฟิค (เท่า)	ภาวะปกติ	โพรโทคอลเอ็มพีแอลเอส	โพรโทคอลอาร์เอสวีพี
			10 client	10 Client	10 client
อัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูล(%)	ทั้งหมด	1	0	0	0
	เอ็มเป็ก		0	0	0
	อื่นๆ		0	0	0
ช่องสัญญาณที่ส่งได้ (Mbps.)	ทั้งหมด	1	2.639	2.639	2.648
	เอ็มเป็ก		2.091	2.091	2.093
	อื่นๆ		0.548	0.548	0.554
เวลาหน่วงปลายทางถึงปลายทาง (msec)	ทั้งหมด	1	32.561	32.561	37.98
	เอ็มเป็ก		20.674	20.674	18.898
	อื่นๆ		11.887	11.887	19.082

ตารางที่ 4-1 ผลการทดลองบนการจำลองบนสถานการณ์ทดสอบ (ต่อ)

รูปแบบ 2 : การจำลองเหตุการณ์บนสถานการณ์ทดสอบมีแทรฟฟิครบกวนเข้าออกละ 2 Mbps.					
ตัววัดคุณภาพกลุ่มข้อมูลวีดีโอ		ปริมาณแทรฟฟิค (เท่า)	ภาวะปกติ	โพรโทคอลเอ็มพีแอลเอส	โพรโทคอลอาร์เอสวีพี
			10 client	10 Client	10 client
อัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูล(%)	ทั้งหมด	1	0.5459	5.3728	0
	เอ็มเป็ก		0.3354	0	0
	อื่นๆ		0.2105	5.3728	0
ช่องสัญญาณที่ส่งได้ (Mbps.)	ทั้งหมด	1	3.171	3.171	3.171
	เอ็มเป็ก		2.092	2.092	2.080
	อื่นๆ		1.077	1.077	0.873
เวลาหน่วงปลายทางถึงปลายทาง (msec)	ทั้งหมด	1	70.969	79.737	77.485
	เอ็มเป็ก		34.220	37.654	18.976
	อื่นๆ		36.749	42.083	58.509

ตารางที่ 4-1 ผลการทดลองบนการจำลองบนสถานการณ์ทดสอบ (ต่อ)

รูปแบบ 3 : การจำลองเหตุการณ์บนสถานการณ์ทดสอบมีแทรฟฟิครบกวนเข้าออกละ 3 Mbps.					
ตัววัดคุณภาพกลุ่มข้อมูลวีดีโอ		ปริมาณแทรฟฟิค (เท่า)	ภาวะปกติ	โพรโทคอลเอ็มพีแอลเอส	โพรโทคอลอาร์เอสวีพี
			10 client	10 Client	10 client
อัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูล(%)	ทั้งหมด	1	17.366	5.231	7.879
	เอ็มเป็ก		9.487	2.902	0
	อื่นๆ		7.879	2.329	7.879
ช่องสัญญาณที่ส่งได้ (Mbps.)	ทั้งหมด	1	3.512	3.512	3.517
	เอ็มเป็ก		2.095	2.095	2.075
	อื่นๆ		1.416	1.416	1.441
เวลาหน่วงปลายทางถึงปลายทาง (msec)	ทั้งหมด	1	120.031	365.611	285.419
	เอ็มเป็ก		47.534	147.251	19.138
	อื่นๆ		72.497	218.360	266.281

ตารางที่ 4-1 ผลการทดลองบนการจำลองบนสถานการณ์ทดสอบ (ต่อ)

รูปแบบ 4 : การจำลองเหตุการณ์บนสถานการณ์ทดสอบมีแทรฟฟิครบกวนเข้าออกละ 4 Mbps.					
ตัววัดคุณภาพกลุ่มข้อมูลวีดีโอ		ปริมาณแทรฟฟิค (เท่า)	ภาวะปกติ	โพรโทคอลเอ็มพีแอลเอส	โพรโทคอลอาร์เอสวีพี
			10 client	10 Client	10 client
อัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูล(%)	ทั้งหมด	1	34.342	18.64	19.10
	เอ็มเป็ก		19.039	10.587	0
	อื่นๆ		15.303	8.053	19.100
ช่องสัญญาณที่ส่งได้ (Mbps.)	ทั้งหมด	1	3.999	3.999	4.096
	เอ็มเป็ก		2.105	2.105	2.074
	อื่นๆ		1.893	1.893	2.021
เวลาหน่วงปลายทางถึงปลายทาง (msec)	ทั้งหมด	1	131.468	567.302	267.786
	เอ็มเป็ก		48.046	249.946	19.178
	อื่นๆ		83.422	317.356	248.608

ผลการทดลองทั้งสี่แบบปรากฏว่าในภาวะปกติของเครือข่ายคือเมื่ออัตราการส่งกลุ่มข้อมูลของแทรฟฟิควีดีโอมีขนาดค่าคงที่ประมาณ 2.877 Mbps.และมีแทรฟฟิครบกวนที่เป็น 1 Mbps.วิ่งผ่านวงจรในการเชื่อมต่อระหว่างโหนดทั้งสองด้วยความเร็ววงจรเชื่อมต่อ 4 Mbps. สามารถที่จะรับส่งกลุ่มข้อมูลได้ครบไม่เกิดการสูญหายของกลุ่มข้อมูลและถ้าเพิ่มอัตราการส่งกลุ่มข้อมูลของแทรฟฟิค รบกวนเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วในการเชื่อมต่อคือ 2 Mbps.จะทำให้เกิดอัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูลขึ้น 0.335% แต่ถ้านำการจัดการคุณภาพแบบโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสและอาร์เอสวีพีมาใช้ก็จะทำให้การสูญหายของกลุ่มข้อมูลหายไป

ถ้าอัตราการส่งกลุ่มข้อมูลของแทรฟฟิคทั้งสองอย่างเพิ่มขึ้นเป็นสามเท่าและสี่เท่าตามลำดับนั้นจะสังเกตได้ว่าการจัดการคุณภาพแบบโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสนั้นจะมีการสูญหายของกลุ่มข้อมูลเกิดขึ้นแต่ในโพรโทคอลอาร์เอสวีพียังคงสามารถจัดการกลุ่มข้อมูลให้สามารถรับส่งได้ปกติเนื่องจากเมื่อแทรฟฟิคมีการคับคั่งของข้อมูลเกิดขึ้นแต่การส่งกลุ่มข้อมูลวีดีโอจะส่งไปยังแบนด์วิดท์ที่ได้ทำการสงวนไว้ต่างหากออกมาซึ่งทำให้กลุ่มข้อมูลวีดีโอสามารถส่งได้สม่ำเสมอตามการจองแบนด์วิดท์ไว้ ไม่ต้องแย่งส่งกลุ่มข้อมูลและรอคอยกลุ่มข้อมูลนั้นในภาวะแทรฟฟิคคับคั่ง ส่วนการวัดช่องสัญญาณที่ส่งได้นั้นจะสังเกตได้ว่ารูปแบบการจัดการคุณภาพโพรโทคอลอาร์เอสวีพีสามารถใช้อัตราการส่งกลุ่มข้อมูลในช่องสัญญาณได้ดีที่สุดสัมพันธ์กับความคับคั่งของปริมาณแทรฟฟิคที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้โพรโทคอลอาร์เอสวีพีมีการจองแบนด์วิดท์ไว้ต่างหากส่วนหนึ่งแล้วเมื่อแทรฟฟิคเกิดการคับคั่งขึ้นก็จะมีการนำมาใช้มากขึ้นทำให้อัตราการรับส่งช่องสัญญาณที่ส่งได้สูงขึ้นตามไปด้วย

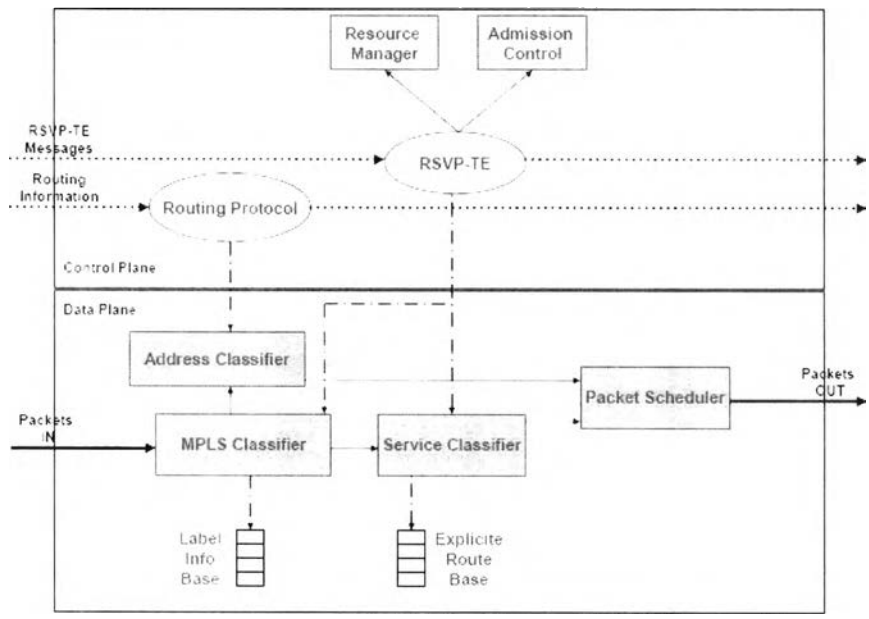
ส่วนการวัดเวลาหน่วงนั้นจะสังเกตได้ว่าในภาวะปกตินั้นจะมีการเกิดเวลาหน่วงขึ้นมาในปริมาณ 20.674 ms แต่ถ้ามีการจัดการคุณภาพทั้งสองโพรโทคอลก็จะมีการเกิดเวลาหน่วงใกล้เคียงกัน แต่เมื่อแทรฟฟิครบกวนเพิ่มขึ้นเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วในการเชื่อมต่อและเพิ่มขึ้นเป็นสามเท่าจนถึงสี่เท่านั้น สังเกตว่าอัตราการเกิดเวลาหน่วงนั้นจะเกิดขึ้นมากในการจัดการคุณภาพแบบโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสมากกว่าการไม่ได้จัดการคุณภาพด้วยซ้ำ

4.1.1 วิเคราะห์ผลการทดสอบการจำลองสถานการณ์ทดสอบ

การแก้ปัญหาโดยใช้โพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสมาช่วยในการจัดลำดับความสำคัญของกลุ่มข้อมูลมีหลักการคือการให้กลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 มีความสำคัญสูงกว่าข้อมูลปกติ ดังนั้นเมื่อนำโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอส มาใช้ ผู้วิจัยจึงมีสมมติฐานคืออัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูล เอ็มเพ็ก4 ลดลง และเมื่อนำโพรโทคอลอาร์เอสวีพีมาช่วยในการสำรองทรัพยากรของการเชื่อมต่อเป็นปริมาณ 1 Mbps ก็ควรจะทำให้ไม่มีการสูญเสียของกลุ่มข้อมูล เอ็มเพ็ก4 ซึ่งผลการวัดการอัตราการสูญเสียของ เอ็มเพ็ก4 เป็นดังรูปกราฟที่4-5 ซึ่งเห็นได้ชัดว่า เมื่อใช้โพรโทคอลอาร์เอสวีพีทำให้ เอ็มเพ็ก4

ไม่มีการสูญเสียเลย ในขณะที่โพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสยังคงมีบ้างแต่น้อยกว่ากรณีที่มิได้ใช้การจัดการคุณภาพการให้บริการ

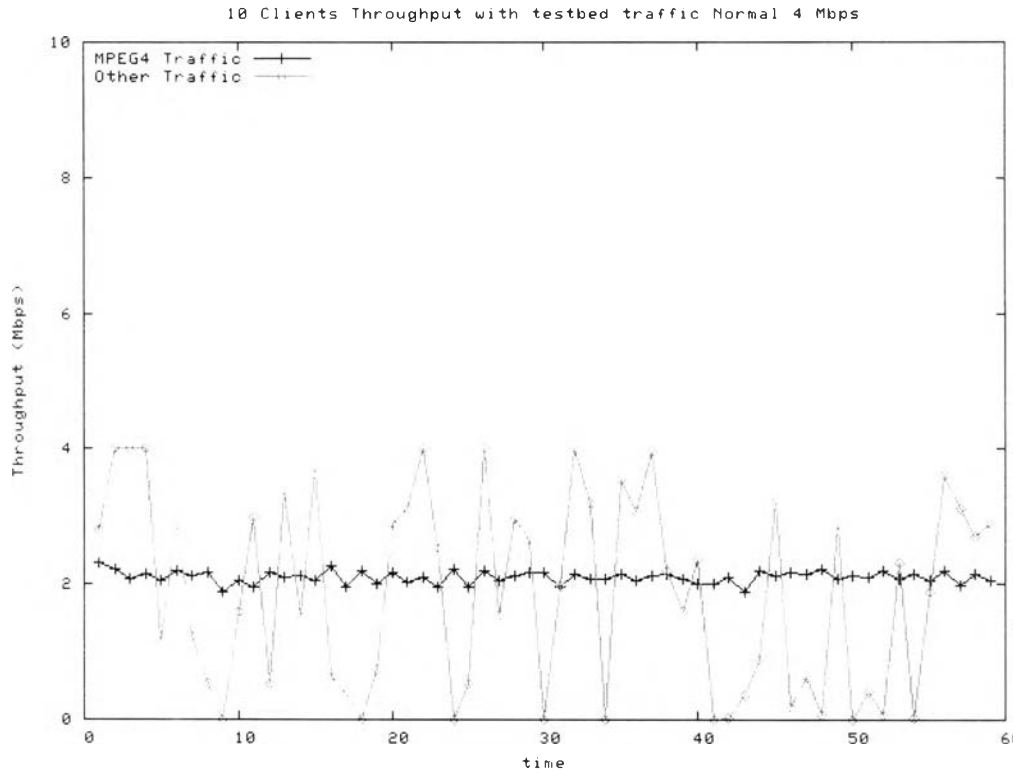
การสูญเสียกลุ่มข้อมูล เอ็มเพ็ก4 ที่โหนด 1 เมื่อใช้โพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสมีสาเหตุมาจากโหนดทำการแบ่งประเภทกลุ่มข้อมูลตามลำดับความสำคัญก่อนเข้าสู่คิวดังรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 แสดงรูปแบบโครงสร้างการทำงานของตัวทดสอบเครือข่ายโพรโทคอลอาร์เอสวีพีทีอี

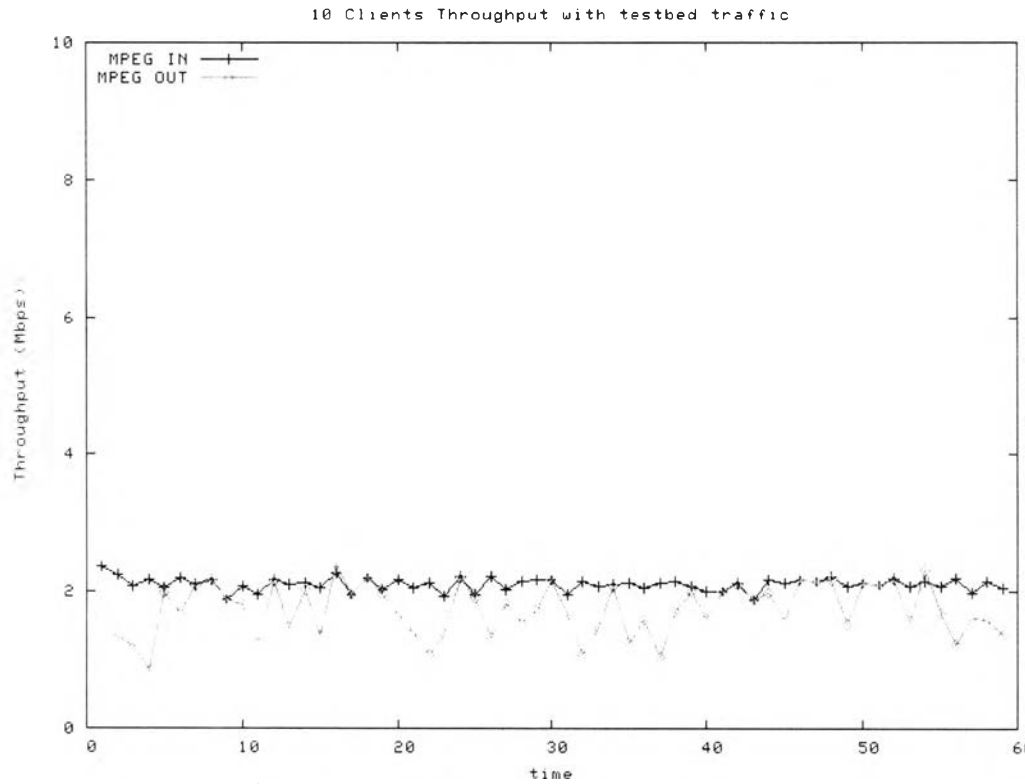
ขนาดของคิวบัฟเฟอร์ซึ่งรับได้เพียง 250 แพ็คเก็ตถึงแม้ว่ากลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 จะมีความสำคัญกว่าแต่คิวบัฟเฟอร์ก็อาจไม่มีที่ว่างที่จะรับกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 ได้อีกต่อไปจึงเกิดการสูญหายขึ้นตามช่วงเวลาที่ปริมาณข้อมูลที่โหนด 1 ได้รับเกิน 4Mbps

แต่เมื่อนำโพรโทคอลอาร์เอสวีพีมาใช้ทำให้โหนด 1 สำรองความเร็วในการส่งออกเป็น 1 Mbps สำหรับใช้ส่งข้อมูลเอ็มเพ็ก4 โดยเฉพาะทำให้แพ็คเก็คเอ็มเพ็ก4 สามารถถูกส่งออกได้อย่างรวดเร็ว เพียงพอกับปริมาณข้อมูลเอ็มเพ็ก4 ที่รับมาจึงไม่เกิดการสูญหาย ซึ่งส่งผลต่อช่องสัญญาณที่ส่งได้ อีกด้วยกล่าวคือ เมื่อนำโพรโทคอลอาร์เอสวีพี มาใช้ จะช่วยให้ช่องสัญญาณที่ส่งได้ของ เอ็มเพ็ก4 มีค่าค่อนข้างคงที่เมื่อเทียบกับการใช้ โพรโทคอลเอ็มพีแอลเอส ดังรูปกราฟที่ 4-1 , 4-2 , 4-3



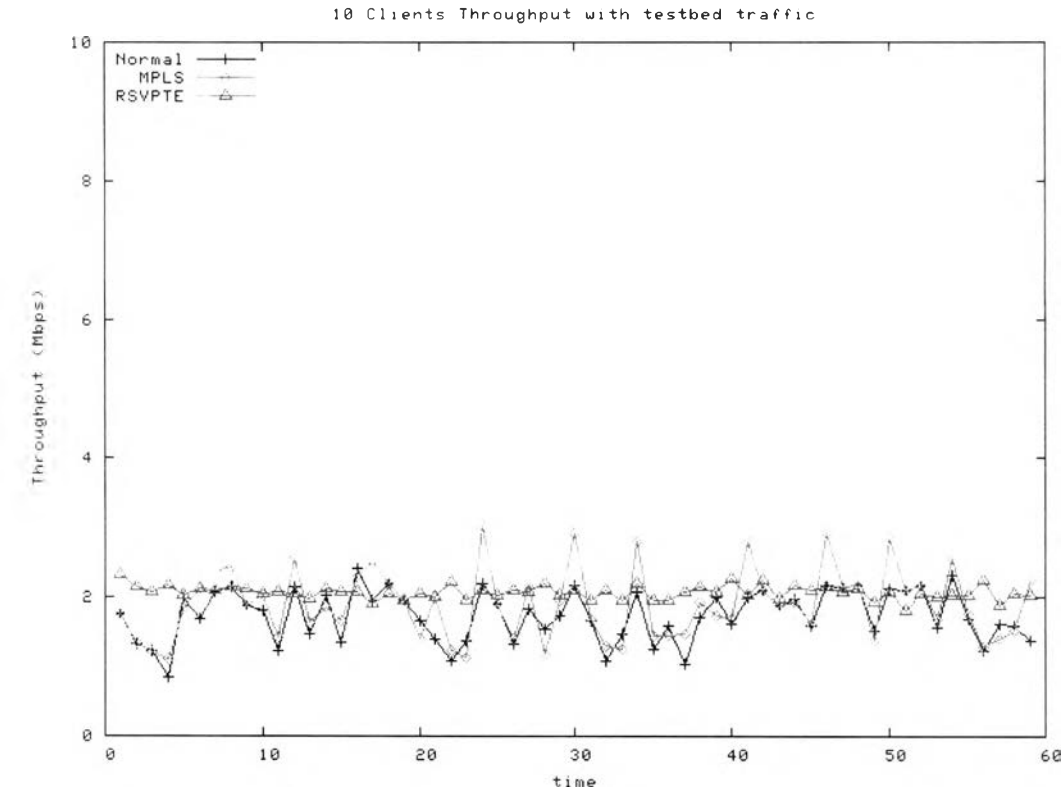
กราฟที่ 4-1 แสดงปริมาณช่องสัญญาณที่ส่งไปยังโหนดอุปกรณ์สวิตช์ตัวแรก

จากกราฟที่ 4-1 ในภาวะปกติปริมาณช่องสัญญาณที่ส่งได้ของการส่งแพ็คเก็คเอ็มเพ็ก4 จากเครื่องแม่ข่ายวีดีโอไปยังโหนดอุปกรณ์สวิตช์ตัวแรกซึ่งมีค่าคงที่สม่ำเสมอมีอัตราเฉลี่ยในการส่ง 2.106 Mbps. ส่วนปริมาณช่องสัญญาณที่ส่งได้ของการส่งแทรฟฟิครบกวนเข้ามาโหนดอุปกรณ์สวิตช์ตัวแรกจะมีค่าแบบกระจายตัวแทรฟฟิคตลอดช่วงเวลาโดยมีค่าสูงสุดคือ 4 Mbps. ค่าต่ำสุดคือ 0 Mbps.และค่ากระจายค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน.1.4405 Mbps. ตลอดช่วงเวลา 60 วินาที



กราฟที่ 4-2 แสดงปริมาณจราจรของเอ็มเพ็ก 4 ที่โหนดอุปกรณ์สวิตช์ตัวแรก

จากกราฟที่ 4-2 แสดงปริมาณช่องสัญญาณที่ส่งได้ของการส่งแพ็คเก็คเอ็มเพ็ก4 จากเครื่องแม่ข่ายวีดีโอไปยังโหนดอุปกรณ์สวิตช์ตัวแรกซึ่งมีค่าคงที่สม่ำเสมอมีอัตราเฉลี่ยในการส่ง 2.105 Mbps.และมีค่าการกระจายค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน 0.096 Mbps. ส่วนปริมาณช่องสัญญาณที่ส่งได้ของการรับกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 ด้วยเครื่องลูกข่ายวีดีโอ10 เครื่องนั้นจะมีอัตราไม่คงที่ ซึ่งแกว่งตัวขึ้นลงโดยมีค่าสูงสุด 2.404 Mbps. ค่าต่ำสุด 0.8498 และมีค่าเฉลี่ย 1.741 Mbps. มีค่าการกระจายของ ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน 0.3714 ซึ่งมีผลมาจากความคับคั่งของแทรฟฟิคในเครือข่ายจากอุปกรณ์สวิตช์ต้นทางไปยังอุปกรณ์สวิตช์ปลายทางทำให้แพ็คเก็คเอ็มเพ็ก4 เกิดการสูญหายไปในการเดินทางมายังเครื่องรับชมวีดีโอได้ ดังนั้นควรจะต้องมีการจัดการคุณภาพระหว่างเครือข่ายให้ดีขึ้นด้วยโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสและโพรโทคอลอาร์เอสวีพี

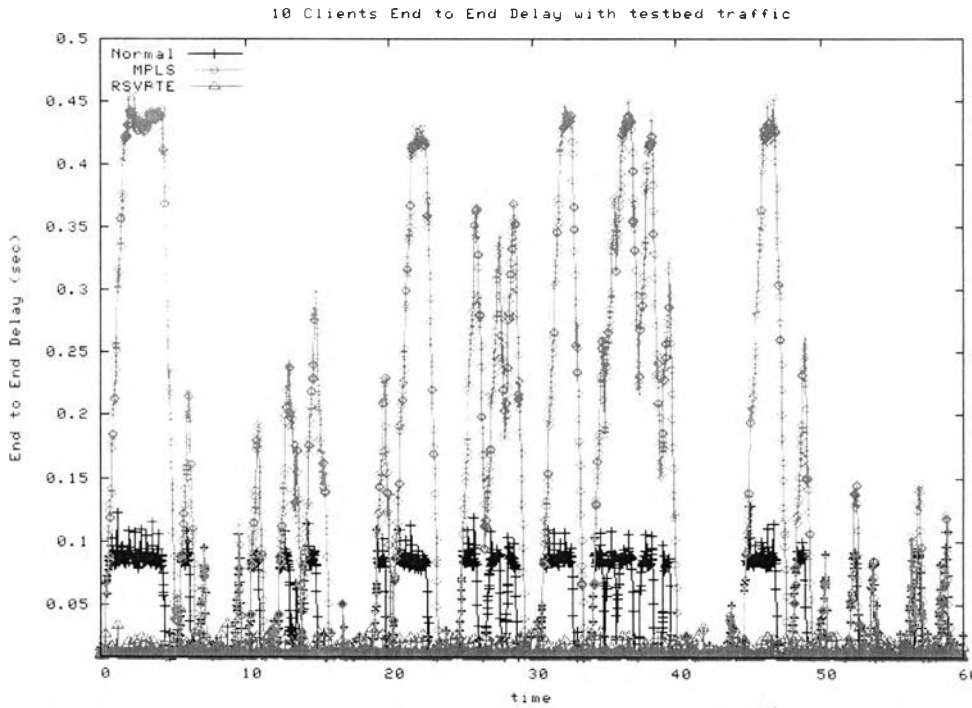


กราฟที่ 4-3 แสดงปริมาณช่องสัญญาณที่ส่งได้แบบปลายทางถึงปลายทางของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4ที่เกิดขึ้นบนโมเดลสถานการณ์ทดสอบ

จากกราฟที่ 4-3 แสดงคุณภาพปริมาณจราจรของเอ็มเพ็ก4 ของการรับกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก 4 ด้วยเครื่องลูกข่ายวีดีโอ 10 เครื่องซึ่งจะสังเกตได้ว่าเมื่อนำการจัดการคุณภาพแบบโพรโทคอลอาร์เอสวีพีมาใช้จะทำให้ปริมาณการรับกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 มีค่าคงที่สม่ำเสมอมีค่าเฉลี่ย 2.074 Mbps. และมีค่าการกระจายค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน 0.0970 ซึ่งมีค่าการกระจายตัวที่ใกล้เคียงกับการส่งกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ค4 ออกมาจากเครื่องแม่ข่ายวีดีโอคือ0.0960 ในภาวะปกติเนื่องจากช่องทางการไหลของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 สามารถมีเส้นทางการเดินที่เพิ่มขึ้นมาทำให้การไหลของข้อมูลได้สะดวกไปถึงผู้รับชมวีดีโอได้คงที่และไม่กระตุก

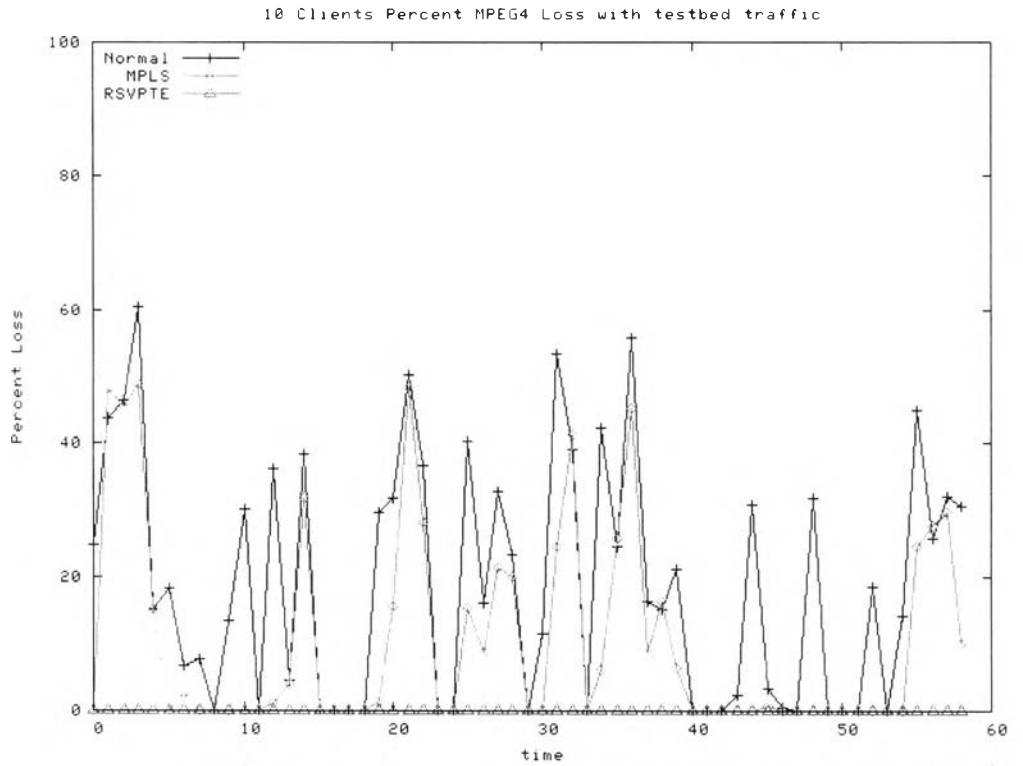
ส่วนการนำวิธีการจัดคุณภาพแบบโพรโทคอลอาร์เอสวีพีมาใช้ยังทำให้ปริมาณการรับกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 มีค่าแกว่งตัวโดยมีค่าสูงสุด 3.0265 Mbps. ค่าต่ำสุด 1.114 Mbps. และมีค่าการกระจาย ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน 0.507 Mbps. ซึ่งสรุปแล้วโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสยังคงไม่สามารถทำให้รับชมวีดีโอเอ็มเพ็ก4 ได้ยังคงคงที่ได้ตลอดเวลาเนื่องจากความสามารถของปริมาณคิวบัฟเฟอร์ในโหนดอุปกรณ์สวิตช์ไม่สามารถจัดลำดับกลุ่มข้อมูลหลายอย่างเข้ามาพร้อมกันได้ทีเดียว

จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้โพรโทคอลอาร์เอสวีพีทำให้กลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 สามารถเข้าและออกจากโหนดได้เร็วขึ้น ผู้วิจัยจึงมีสมมติฐานว่าความหน่วงเวลาของกลุ่มข้อมูลโพรโทคอลอาร์เอสวีพีจะมีค่าน้อยกว่าวิธีอื่น ซึ่งผลการวัดเป็นดังรูปกราฟที่4-4



กราฟที่ 4-4 แสดงปริมาณเวลาหน่วงของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4ที่เกิดขึ้นกับเวลาที่รันบนโมเดลสถานการณ์ทดสอบ

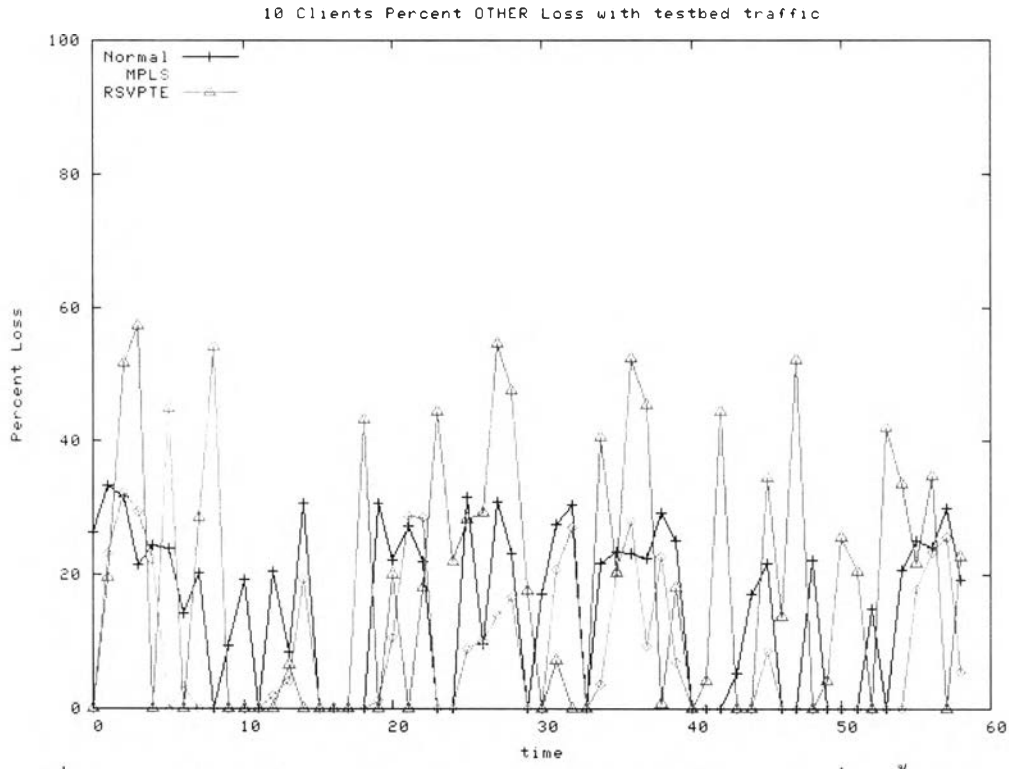
จากกราฟที่ 4-4 เป็นการทดสอบในโมเดลสร้างแทรฟฟิครบกวน 4 Mbps. จะสังเกตได้ว่าเวลาหน่วงของผู้รับชมวีดีโอที่ปลายทางของรูปแบบการจัดการแบบโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสมีค่าเวลาหน่วงสูงกว่าในภาวะปกติและแบบโพรโคอลอาร์เอสวีพีซึ่งอัตราสูงสุดอยู่ที่ 495.433 Mbps. อัตราเฉลี่ยอยู่ที่ 147.251 Mbps. และอัตราต่ำสุดอยู่ที่ 4.53 Mbps. และมีค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน 143.0917 เนื่องจากโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสจะต้องมีการประมวลผลลำดับความสำคัญของกลุ่มข้อมูลที่เข้ามาในคิวบัฟเฟอร์ขาเข้าก่อนทุกครั้งก่อนที่จะส่งออกไป ดังนั้นเมื่อมีการประมวลผลนานในการแบ่งระดับความสำคัญทำให้กลุ่มข้อมูลที่ส่งออกไปยังปลายทางเกิดเวลาหน่วงสูงขึ้นกว่าแบบปกติและแบบโพรโคอลอาร์เอสวีพี



กราฟที่ 4-5 แสดงปริมาณอัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4ที่เกิดขึ้นบนโมเดลสถานการณ์ทดสอบ

จากกราฟที่ 4-5 เป็นการทดสอบในโมเดลสร้างแทรฟฟิครบกวน 4 Mbps. ในภาวะปกติจะเกิดการสูญเสียของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 ซึ่งมีค่าสูงสุด 60.5% มีปริมาณ 249 กลุ่มข้อมูลต่อวินาที ส่วนค่าต่ำสุดคือ 0% คือไม่มีการสูญเสียกลุ่มข้อมูล และค่าเฉลี่ย 19.039% มีปริมาณ 75.322 กลุ่มข้อมูลต่อวินาที ซึ่งในภาวะปกติจะมีอัตราการสูญเสียสูงกว่าโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสซึ่งก็มีการสูญเสียกลุ่มข้อมูลเช่นกันคือค่าสูงสุด 48.75% มีปริมาณ 195 กลุ่มข้อมูลต่อวินาที ส่วนค่าต่ำสุดคือ 0% คือไม่มีการสูญเสียกลุ่มข้อมูล และค่าเฉลี่ย 10.587% มีปริมาณ 41.745 กลุ่มข้อมูลต่อวินาที ซึ่งการที่ MPLS มีการสูญเสียกลุ่มข้อมูลคงมีผลสืบเนื่องมาจากการที่กลุ่มข้อมูลรอคอยเข้าคิวในเวลาหน่วงนานทำให้กลุ่มข้อมูลถัดไปไม่สามารถส่งเข้าไปยังโหนดได้เนื่องจากคิวบัฟเฟอร์ขาเข้าเต็มทำให้กลุ่มข้อมูลต้องถูกลบทิ้งไปหรือพยายามส่งเข้ามาใหม่อีกครั้ง

ส่วนรูปแบบโพรโทคอลอาร์เอสวีพีสามารถจัดการอัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 ไม่ให้เกิดขึ้นได้เลยเนื่องจากมันสามารถทำการจองแบนด์วิดท์รูปแบบการไหลและคิวบัฟเฟอร์พิเศษขึ้นมาให้กับกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 ที่ถูกส่งเข้ามาจากอุปกรณ์สวิตช์ต้นทางถึงอุปกรณ์สวิตช์ปลายทาง

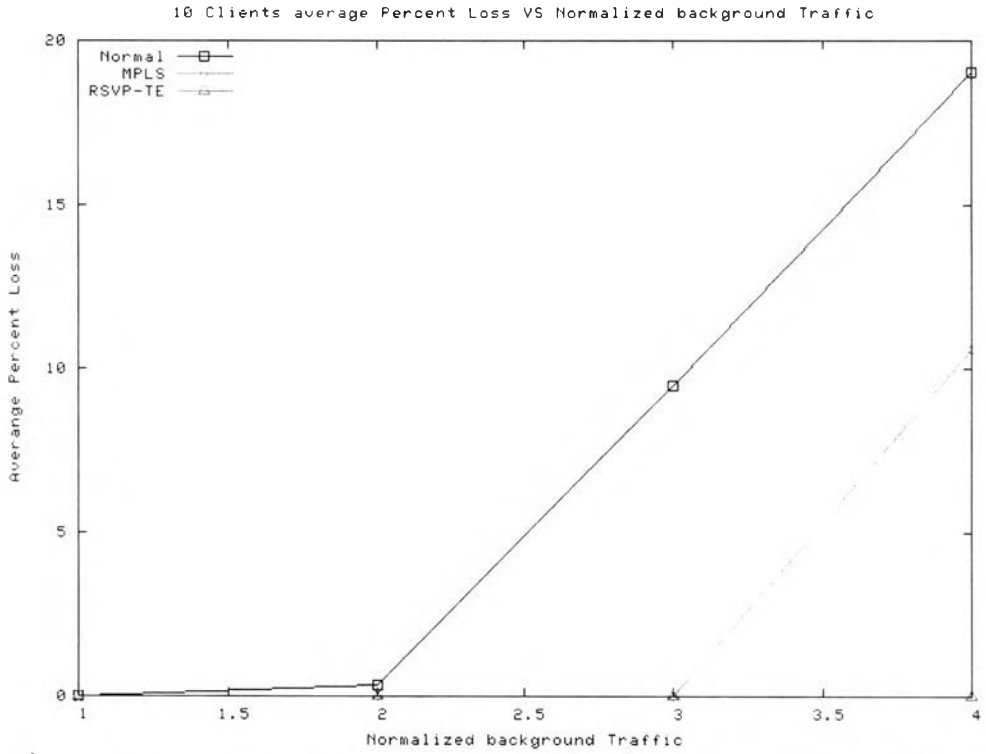


กราฟที่ 4-6 แสดงปริมาณอัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูลแทรฟฟิครบกวนที่เกิดขึ้นบนโมเดลสถานการณ์ทดสอบ

จากกราฟที่ 4-6 เป็นการวัดอัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูลแทรฟฟิครบกวนซึ่งในการทดลองจะทำการยิงเข้ามาในเครือข่ายแบบจำลอง ซึ่งในกราฟนี้จะเป็นการยิงแทรฟฟิครบกวนเข้ามา 4 Mbps. ซึ่งผลอัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูลแทรฟฟิครบกวนนั้นมีค่าสูงสุดแบบโพรโทคอลอาร์เอสวีพีซึ่งมีค่าอัตราการสูญหายสูงสุด 57.225% มีปริมาณ 273 กลุ่มข้อมูลต่อวินาที ส่วนค่าต่ำสุด 0% และมีค่าเฉลี่ย19.1% มีปริมาณ 67.508 กลุ่มข้อมูลต่อวินาที ส่วนอันดับรองลงมาคือภาวะปกติจะมีค่าเฉลี่ยในการสูญหายของกลุ่มข้อมูล 15.303% มีปริมาณ 54.593 กลุ่มข้อมูลต่อวินาที และรูปแบบโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสจะสูญเสียกลุ่มข้อมูลแทรฟฟิครบกวนน้อยที่สุดคือค่าเฉลี่ย 8.053% มีปริมาณ 31.135 กลุ่มข้อมูลต่อวินาที

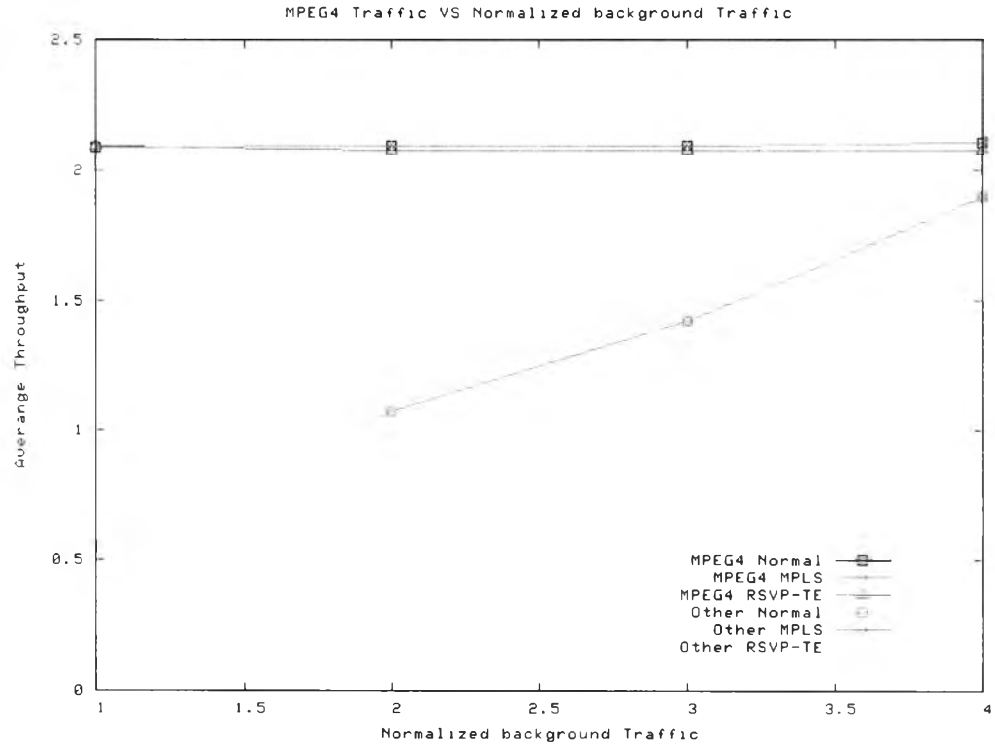
ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าโพรโทคอลอาร์เอสวีพีจะไปทำให้การสูญเสียของกลุ่มข้อมูลอื่นๆ ที่ไม่ได้ให้ความสำคัญเลยเกิดการสูญหายมากขึ้นกว่าเดิมเนื่องจากตัวอุปกรณ์สวิตช์ทำการดึงแบนด์วิดท์ของแทรฟฟิคอื่นๆ มาให้กับการส่งกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 ก่อนซึ่งให้ความสำคัญกับข้อมูลนี้มากกว่า จึงทำให้แบนด์วิดท์ของแทรฟฟิคอื่นๆ เกิดความคับคั่งมากขึ้นกว่าเดิมในการไหลของข้อมูล เนื่องจากแบนด์วิดท์หายไป 1 Mbps.ให้กับกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 แทน

4.1.2 สรุปกราฟผลการทดลองการจำลองสถานการณ์ทดสอบ



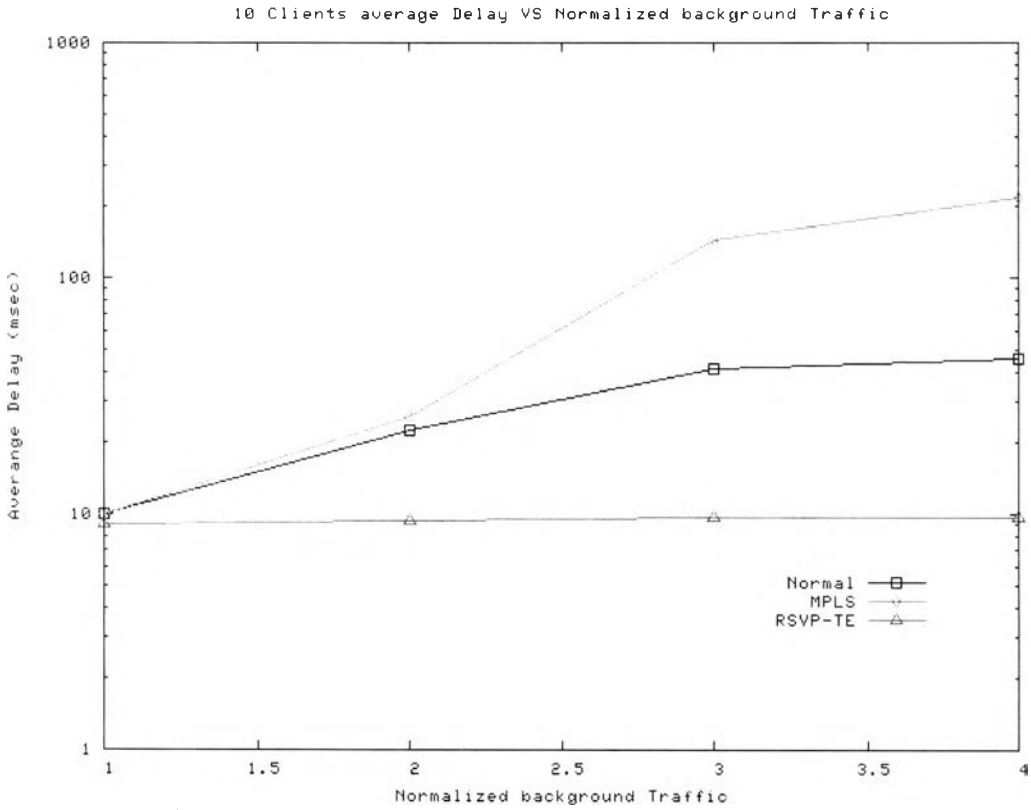
กราฟที่ 4-7 กราฟแสดงผลอัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 บนปริมาณแทรฟฟิคขนาด 1, 2, 3, และ 4 Mbps.

จากกราฟที่ 4-7 แสดงว่าในภาวะปกติคือไม่ได้จัดการคุณภาพการรับชมวีดีโอเมื่อแทรฟฟิครบกวนสูงขึ้นตั้งแต่ 2 Mbps.จะทำให้เกิดการสูญเสียข้อมูลวีดีโอเพิ่มขึ้นประมาณ 10 เท่าเป็นลำดับ แต่เมื่อจัดการคุณภาพด้วยโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสมาใช้พบว่าอัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูลลดลงกว่าครึ่ง และไม่พบการสูญหายของกลุ่มข้อมูลเลยเมื่อใช้โพรโทคอลอาร์เอสวีพีทั้งนี้เพราะมีการสำรองทรัพยากรนั่นเอง



กราฟที่ 4-8 กราฟแสดงผลช่องสัญญาณที่ส่งได้ของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4และแทรฟฟิครบกวนบนปริมาณแทรฟฟิคขนาด 1, 2, 3, และ 4 Mbps.

จากกราฟที่ 4-8 แสดงว่าปริมาณช่องสัญญาณที่ส่งได้มีค่าคงที่ใกล้เคียงกันทั้งหมด 3 รูปแบบเนื่องจากปริมาณการส่งกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็กจากเครื่องแม่ข่ายไปยังเครื่องลูกรับชมนั้นจะส่งออกไปอัตราคงที่ตลอดเวลาในอัตรา 30 เฟรมต่อนาทีและส่งให้กับเครื่องลูกจำนวน 10 เครื่องด้วยอัตราเฉลี่ย 2.091 Mbps. ซึ่งไม่ว่าจะเพิ่มแทรฟฟิครบกวนเข้าไปก็จะไม่มีผลกับช่องอัตราการรับส่งได้ของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 ส่วนช่องอัตราการรับส่งได้ของแทรฟฟิคอื่นๆ นั้นจะสังเกตได้ว่าปริมาณช่องสัญญาณที่ส่งได้มีค่าสูงขึ้นตามลำดับการเพิ่มแทรฟฟิคเข้าไปโดยเพิ่มประมาณ 0.5 Mbps. ต่อการเพิ่มปริมาณแทรฟฟิค 1 Mbps. และจากเส้นกราฟของโพรโทคอลอาร์เอสวีพีจะมีแนวโน้มสามารถจัดการเรื่องปริมาณช่องสัญญาณที่ส่งได้ดีที่สุดเมื่อแทรฟฟิคเพิ่มขึ้น



กราฟที่ 4-9 กราฟแสดงผลเวลาหน่วงของกลุ่มข้อมูลกับปริมาณแทรฟฟิคขนาด 1, 2, 3, และ 4 Mbps.

จากกราฟที่4-9 แสดงว่าเมื่อปริมาณแทรฟฟิครบกวนเพิ่มขึ้นที่ 3 Mbps. จะสังเกตได้ว่าโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอส จะมีค่าเวลาหน่วงที่มากขึ้นกว่าการไม่ได้จัดการคุณภาพ แล้วมีแนวโน้มค่าหน่วงเวลาสูงขึ้นไปเรื่อย เนื่องจากมันต้องใช้เวลาในการประมวลผลมากขึ้นในการจัดการลำดับความสำคัญของประเภทกลุ่มข้อมูลที่เข้ามารบกวนมากขึ้น ส่วนโพรโคอลอาร์เอสวีพีสามารถรักษาระดับค่าเวลาหน่วงให้คงที่ได้ตลอดเวลาไม่ว่าปริมาณแทรฟฟิครบกวนจะเพิ่มขึ้นถึงสูงสุดก็ตาม

เนื่องจากมันสามารถทำการจองแบนด์วิดท์ในเครือข่ายมาใช้ได้ต่างหากเมื่อมีการส่งข้อมูลเอ็มเพ็ก4 เข้ามาสรุปว่าโพรโทคอลอาร์เอสวีพีสามารถรักษาระดับของค่าหน่วงเวลาได้สม่ำเสมอแม้ว่าปริมาณข้อมูลในเครือข่ายสูงขึ้นเพราะการนำข้อมูลเอ็มเพ็ก4 ไปวิ่งบนช่องสัญญาณที่สำรองไว้ ในขณะที่โพรโคอลเอ็มพีแอลเอ็สทำให้มีค่าหน่วงเวลาสูงเมื่อเทียบกับกรณีไม่ใช้การจัดการคุณภาพเพราะภาระในการจัดลำดับความสำคัญของกลุ่มข้อมูลที่มีปริมาณสูงขึ้นจากปริมาณข้อมูลในเครือข่ายสูงขึ้นทำให้การประมวลผลของโปรเซสซิ่งดีเลย์ต้องใช้เวลานานขึ้นกว่าปกติ

4.2 ผลการทดสอบบนสถานการณ์เครือข่ายจริงทั้งหมด

ตารางที่ 4-2 ตารางค่าเฉลี่ยผลการทดลองที่ได้บนการจำลองบนสถานการณ์เครือข่ายจริงทั้งหมด

Model 2 : การจำลองเหตุการณ์เครือข่ายจริงทั้งหมด (8 โหนด)										
ตัววัดคุณภาพกลุ่มข้อมูลวีดีโอ	ปริมาณแทรฟฟิค (เท่า)	ภาวะปกติ			โพรโทคอลเอ็มพีแอลเอส			โพรโทคอลอาร์เอสวีพี		
		จำนวน client			จำนวน client			จำนวน client		
		1	10	100	1	10	100	1	10	100
อัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูล (%)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0.622	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	1.495	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	3.511	0	0	0	0	0	0
	15	39.208	38.216	45.723	12.362	9.182	19.192	0	0	0
ช่องสัญญาณที่ส่งได้ (Mbps)	1	0.206	2.057	20.664	0.206	2.057	20.664	0.201	2.082	20.671
	2	0.208	2.087	20.704	0.208	2.087	20.811	0.205	2.072	20.699
	3	0.189	2.076	20.395	0.189	2.076	20.678	0.211	2.086	20.752
	4	0.211	2.069	20.179	0.211	2.049	20.351	0.213	2.049	20.778
เวลาหน่วง End to End (msec)	1	8.286	8.286	8.290	8.286	8.286	8.29	8.281	8.286	8.287
	2	8.292	8.289	8.291	8.291	8.289	8.291	8.289	8.285	8.292
	3	8.295	8.29	8.296	8.295	8.29	8.296	8.294	8.292	8.287
	4	8.302	8.305	8.298	8.302	8.305	8.298	8.302	8.292	8.297

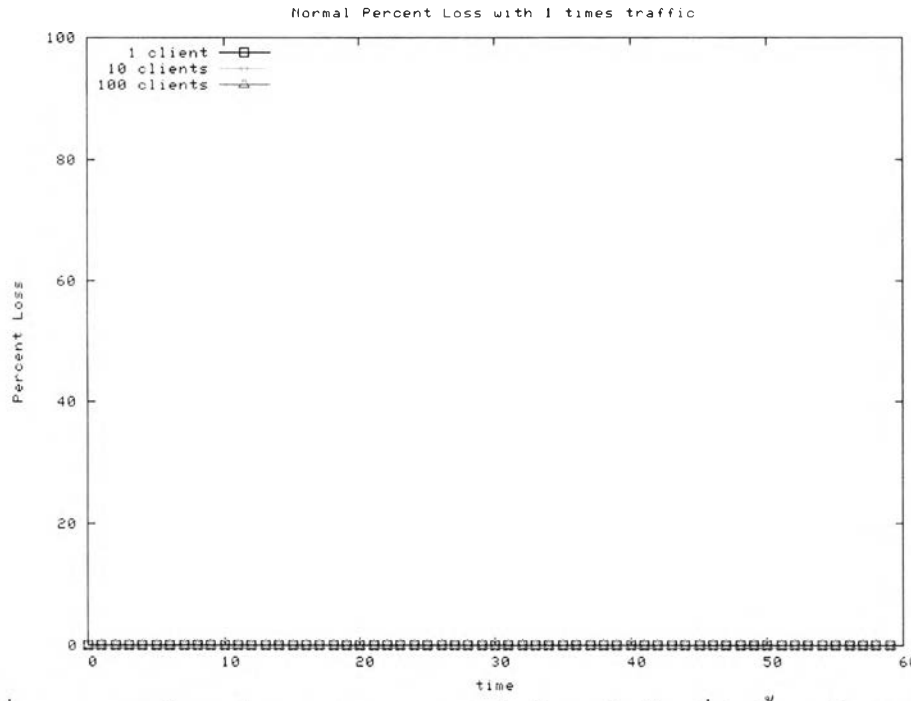
หมายเหตุ : ถ้าทำการเพิ่มแทรฟฟิคเป็น 15 เท่าของแทรฟฟิคปัจจุบันจะทำให้เกิดการสูญหายของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 บนโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสแต่บนโพรโทคอลอาร์เอสวีพียังสามารถรองรับการส่งกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 ได้เนื่องจากมีแบนด์วิดท์สำรองทดแทน

○ **ผลการทดลองการจำลองเหตุการณ์เครือข่ายจริงทั้งหมด**

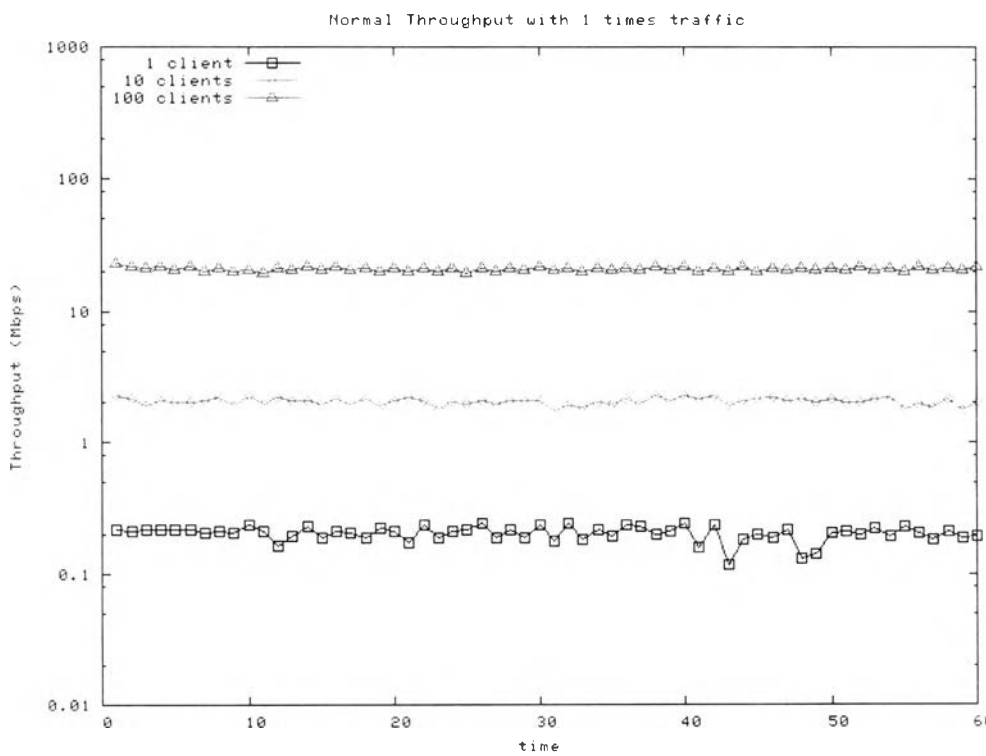
ซึ่งสามารถสรุปผลของอัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูล , ช่องสัญญาณที่ส่งได้ , เวลาหน่วงบนปริมาณเครือข่ายในภาวะปกติของการจำลองเครือข่ายจริงทั้งหมดได้ดังนี้

จากกราฟที่4-10 พบว่าไม่มีการสูญหายของกลุ่มข้อมูลเนื่องจากเครือข่ายปัจจุบันมีความสามารถรองรับปริมาณข้อมูลอื่นๆและการรับชมเอ็มเพ็ก4 พร้อมกัน 100 คน ในด้านคุณภาพ

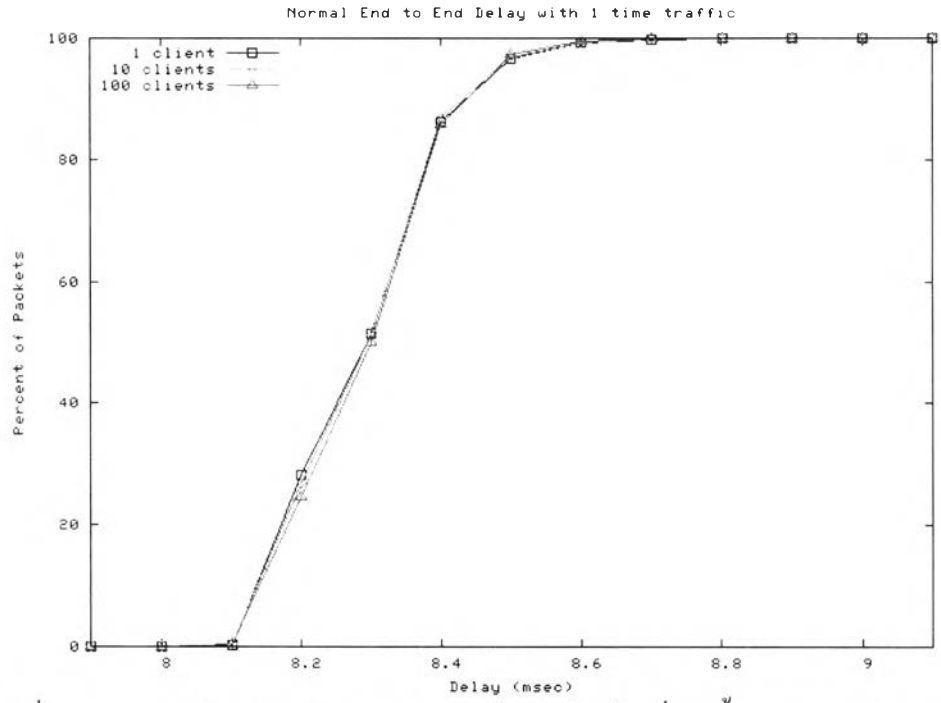
การรับชมดังกราฟที่ 4-12 จะพบว่าค่าหน่วงเวลามีค่าใกล้เคียงกันแม้ว่าจะมีผู้รับชมพร้อมกันถึง 100 คน ส่วนช่องสัญญาณที่ส่งได้จะสูงขึ้นตามปริมาณการรับชมที่สูงขึ้นดังกราฟที่4-11



กราฟที่ 4-10 แสดงปริมาณอัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4ที่เกิดขึ้นบนโมเดลเครือข่ายจริงทั้งหมดในกรณีภาวะแทรฟฟิคปกติ



กราฟที่ 4-11 แสดงปริมาณช่องสัญญาณที่ส่งได้ของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4ที่เกิดขึ้นบนโมเดลเครือข่ายจริงทั้งหมดในกรณีภาวะแทรฟฟิคปกติ



กราฟที่ 4-12 แสดงปริมาณเวลาหน่วงของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4ที่เกิดขึ้นบนโมเดลเครือข่ายจริงทั้งหมดในกรณีภาวะแทรฟฟิคปกติ

4.2.1 วิเคราะห์ผลการทดลองปริมาณเครือข่ายปัจจุบัน

ผู้วิจัยสนใจตัววัดคุณภาพในการชมเอ็มเพ็ก4 คืออัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูลสตรีมมิ่ง เมื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุของการสูญหายของกลุ่มข้อมูลแล้วมีปัจจัยดังนี้

1. ความกว้างของช่องสัญญาณ (Link Bandwidth , Link Speed) ถ้าปริมาณข้อมูลมีมากกว่าความเร็วในการส่งข้อมูล ทำให้ข้อมูลในคิวเพิ่มสูงขึ้นจนล้นในที่สุด
2. ขนาดของหน่วยความจำ (Queue Size) ยิ่งสูงย่อมสามารถรองรับปริมาณข้อมูลได้มากขึ้นทำให้ลดโอกาสที่ข้อมูลจะสูญหายเมื่ออุปกรณ์มีปริมาณข้อมูลขาเข้ามากกว่าปริมาณข้อมูลขาออก ในการจำลองเหตุการณ์ กำหนดแต่ละ การเชื่อมโยง มีขนาดของหน่วยความจำ 28621 แพ็คเก็ต แต่ละกลุ่มข้อมูลมีขนาด 1000 ไบต์ หมายความว่าขนาดของหน่วยความจำสามารถเก็บข้อมูลได้สูงสุด 27 MB หรือเท่ากับ 218 Mbps
3. ปริมาณข้อมูลในเครือข่าย ถ้าปริมาณข้อมูลในเครือข่ายเพิ่มสูงขึ้น อาจทำให้อุปกรณ์ทำการระบายข้อมูลออกจากหน่วยความจำไม่ทัน

ดังนั้นในการแก้ปัญหามีสองแนวทางคือ

1. เพิ่มขีดความสามารถของเครือข่ายโดยการเพิ่มความเร็วของลิงค์และใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งมีข้อจำกัดคือลงทุนสูง เหมาะกับการใช้แก้ปัญหาในระยะยาว โดยแนวทางพิจารณาจากค่า Traffic Intensity การออกแบบให้เครือข่ายควรมีค่า Traffic Intensity ให้น้อยกว่า 1

2. ใช้หลักการของการจัดการคุณภาพการให้บริการมาช่วยในการจัดลำดับความสำคัญของแพ็ตเก็ตที่เข้าสู่คิว และสำรองความกว้างของสัญญาณในการส่งข้อมูล

จากที่กล่าวมา ปัจจัยที่มีผลต่อการสูญหายของกลุ่มข้อมูลคือ ความกว้างของช่องสัญญาณ ขนาดของหน่วยความจำและปริมาณข้อมูลในเครือข่าย ในการจำลองเหตุการณ์นั้น ความกว้างของช่องสัญญาณ และ ขนาดของหน่วยความจำ เป็นปัจจัยที่คงที่ การวิเคราะห์จึงใช้วิธีการเพิ่มปริมาณข้อมูลในเครือข่ายแทนซึ่งเครือข่ายปัจจุบันมีปริมาณข้อมูลดังตาราที่4-3

- ปริมาณข้อมูลในเครือข่ายปัจจุบัน

ตารางที่ 4-3 แสดงปริมาณแทรฟฟิคเครือข่ายปัจจุบันที่ผ่านเข้าออกระหว่างโหนด

End to End Node	Link Speed(Mbps.)	Normal Traffic (Mbps.)
Node 0 to Source Terminator	1024.0000	109.8000
Node 0 to Node 1	1024.0000	111.2000
Node 1 to Node 2	1024.0000	74.8625
Node 2 to Node 3	1024.0000	16.4375
Node 3 to Node 4	100.0000	14.1250
Node 4 to Node 5	20480.0000	22.1875
Node 5 to Node 6	1024.0000	7.9440
Node 6 to Node 7	100.0000	0.8377
Node 7 to End Terminator	100.0000	0.0681

จากการวิเคราะห์พบว่าปริมาณข้อมูลที่มีในเครือข่ายยังน้อยกว่าขีดความสามารถของเครือข่ายอยู่ จึงคาดว่าจะไม่พบการสูญหายของกลุ่มข้อมูล เอ็มเพ็ก4 เลยแม้ว่าจะมีผู้เข้าใช้บริการ 100 คนพร้อมกัน ซึ่งผลการจำลองเหตุการณ์ก็เป็นไปตามที่คาดการณ์ เมื่อนำวิธีจัดการคุณภาพมาใช้ผลประสิทธิภาพก็ไม่แตกต่างกัน

ดังนั้นจึงทำการทดสอบต่อไปโดยการเพิ่มปริมาณแทรฟฟิคบนเครือข่ายเป็นสี่เท่าของปริมาณข้อมูลในเครือข่ายปัจจุบันดังตารางที่4-4

4.2.2 วิเคราะห์ผลการทดลองปริมาณเครือข่ายปัจจุบันเพิ่มขึ้นสี่เท่า

เมื่อปริมาณข้อมูลในเครือข่ายเพิ่มขึ้นสี่เท่าจากตารางที่4-4 จะพบว่าปริมาณข้อมูลที่ผ่านระหว่างโหนดที่1 (Catalyst 6513:CEN-59) และ โหนดที่ 2 (Catalyst 3550:CEN-32) สูงเกินขนาดของบัฟเฟอร์ที่จะรับไว้ได้(มีขนาดบัฟเฟอร์ 218 Mbps)ทำให้แพ็ตเก็ตของเอ็มเพ็ก4 ที่ต้องผ่านโหนดที่ 1 ก่อนไปถึงผู้ชม มีโอกาสที่จะสูญหาย การแก้ปัญหาจึงควรใช้โพรโทคอลเอ็มพีแอลเอส

ในการจัดลำดับความสำคัญของกลุ่มข้อมูล เอ็มเพ็ก4 ให้สูงกว่ากลุ่มข้อมูลอื่นๆ เมื่อกลุ่มข้อมูล เอ็มเพ็ก4 มาถึงหน่วยความจำ ก็จะสามารถเข้าสู่หน่วยความจำได้ก่อนกลุ่มข้อมูลอื่นๆ

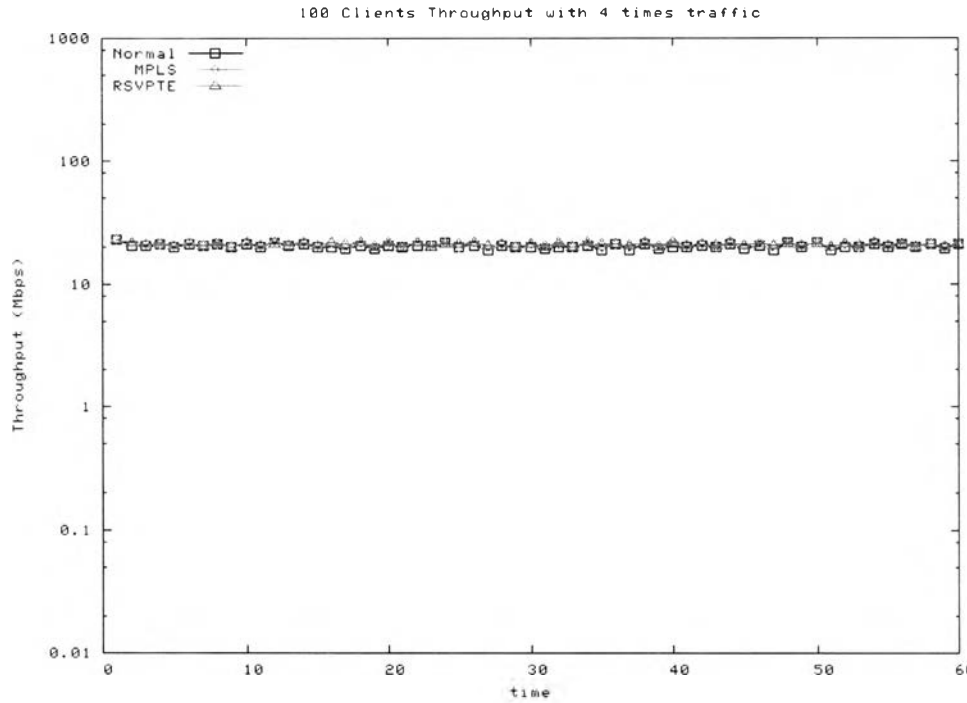
ตารางที่ 4-4 ปริมาณแทรฟฟิคเพิ่มขึ้นสี่เท่าในการใช้เครื่องวีดีโอลูกข่าย 1,10,100 เครื่อง

End to End Node	Link Speed (Mbps.)	Normal Traffic (Mbps.)	Normal Traffic * 4 + ช่องสัญญาณที่ส่งได้		
			ช่องสัญญาณที่ส่งได้ 1 Client = 0.247344 Mbps.	ช่องสัญญาณที่ส่งได้ 10 Client = 2.287752 Mbps.	ช่องสัญญาณที่ส่งได้ 100 Client = 22.957384 Mbps.
Node 0 to Source Terminator	1024.0000	109.8000	439.447344	441.487752	462.157384
Node 0 to Node 1	1024.0000	111.2000	445.047344	447.087752	467.757384
Node 1 to Node 2	1024.0000	74.8625	299.697344	301.737752	322.407384
Node 2 to Node 3	1024.0000	16.4375	65.997344	68.037752	88.707384
Node 3 to Node 4	100.0000	14.1250	56.747344	58.787752	79.457384
Node 4 to Node 5	20480.0000	22.1875	88.997344	91.037752	111.707384
Node 5 to Node 6	1024.0000	7.9440	32.023444	34.063852	54.733484
Node 6 to Node 7	100.0000	0.8377	3.598044	5.638452	26.308084
Node 7 to End Terminator	100.0000	0.0681	0.519744	2.560152	23.229784

แต่ถ้าพิจารณาความกว้างของช่องสัญญาณแล้วยังคงเพียงพออยู่ ดังนั้นการสำรองความกว้างของช่องสัญญาณเพียงอย่างเดียวคือการใช้โพรโทคอลอาร์เอสวีพี จึงไม่ช่วยให้อัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูลลดลงแต่จะช่วยในด้านการจัดส่งที่สม่ำเสมอยิ่งขึ้นอัตราช่องสัญญาณที่ส่งได้ค่อนข้างคงที่ดังรูปกราฟที่ 4-14

ผลจากการจำลองเหตุการณ์เมื่อปริมาณข้อมูลเพิ่มขึ้นเป็นสี่เท่าของปริมาณข้อมูลในปัจจุบัน เมื่อมีผู้รับชม เอ็มเพ็ก4 พร้อมกัน 100 คนพบว่า จากกราฟที่ 4-13 ซึ่งแสดงปริมาณข้อมูลที่ผู้ชมได้รับต่อวินาที (ช่องสัญญาณที่ส่งได้) ชี้ให้เห็นว่า เมื่อใช้โพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสเพียงอย่างเดียว จะทำให้การจัดส่ง เอ็มเพ็ก4 ไปยังผู้ชมไม่สม่ำเสมอมากนัก

แต่ถ้าเพิ่มกลไกในการสำรองความกว้างของช่องสัญญาณซึ่งเรียกว่าโพรโทคอลอาร์เอสวีพีเข้าช่วยจะให้เส้นกราฟแกว่งตัวน้อยลงซึ่งหมายความว่าการจัดส่งข้อมูล เอ็มเพ็ก4 ไปยังผู้ชมมีความสม่ำเสมอมากขึ้นนั่นเอง

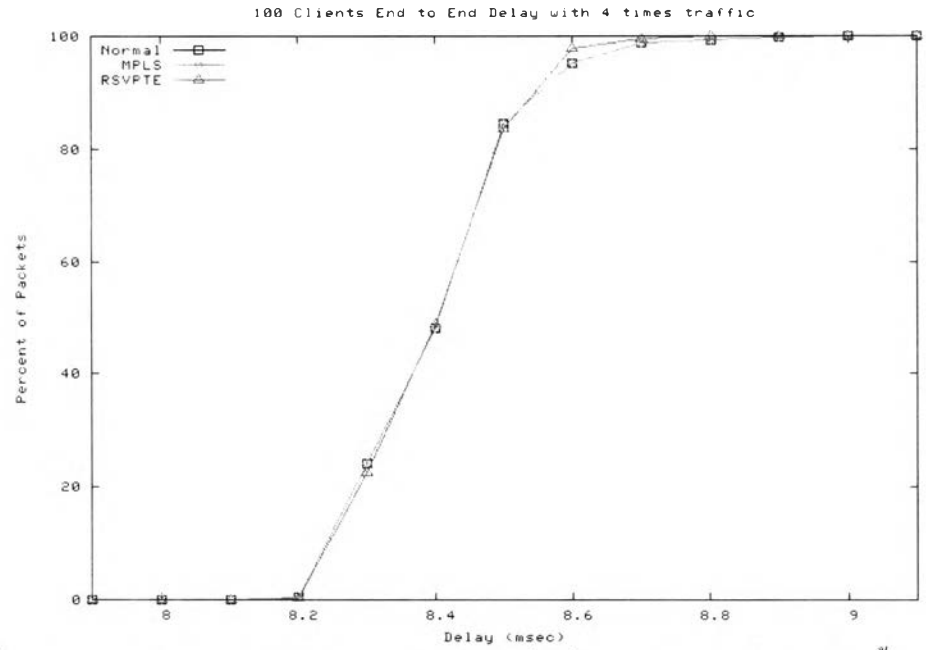


กราฟที่ 4-13 แสดงปริมาณช่องสัญญาณที่ส่งได้ของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4บนโมเดลเครือข่ายจริงทั้งหมดในกรณีเพิ่มปริมาณแทรฟฟิคบนเครือข่ายเป็นสี่เท่าของปริมาณข้อมูลในเครือข่ายปัจจุบัน

นอกจากนั้น ระยะเวลาที่กลุ่มข้อมูล เอ็มเพ็ก4 ใช้เดินทางจากเครื่องแม่ข่ายถึงเครื่องผู้ชมนั้นยังมีลักษณะเช่นเดียวกับ ช่องสัญญาณที่ส่งได้ อีกด้วย คือเมื่อเครือข่ายไม่ใช้การจัดการคุณภาพใดๆ และการใช้โพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสจะพบว่ามี เวลาหน่วง เท่าๆกัน ดังกราฟที่4-14 ที่เป็นเช่นนี้สามารถวิเคราะห์ได้ว่า เวลาหน่วง เกิดขึ้นได้จาก 4 ตำแหน่งคือ

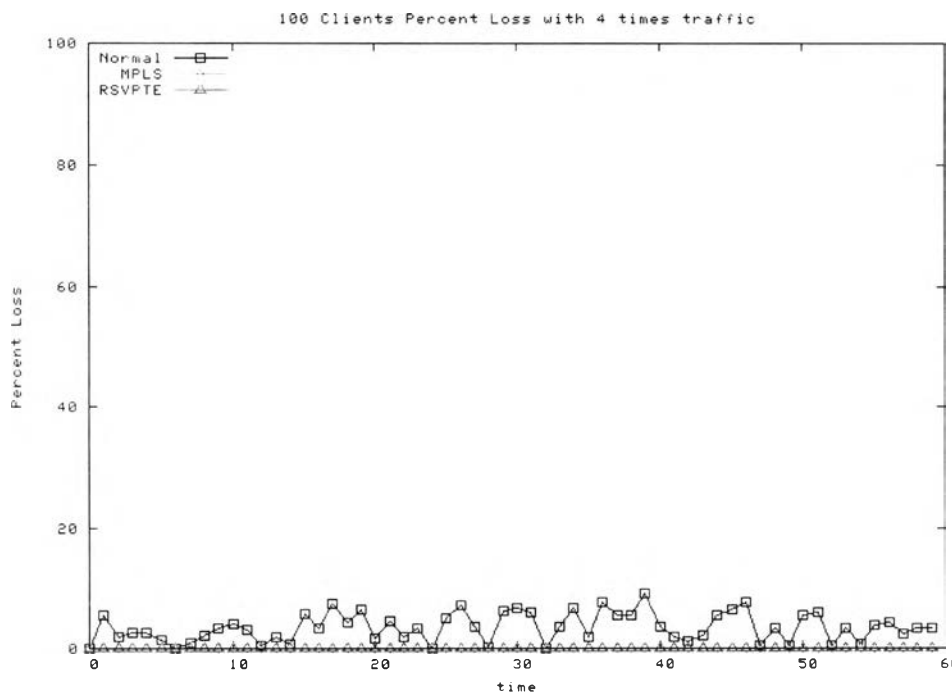
1. Processing Delay เวลาที่อุปกรณ์ใช้ประมวลผล
2. Queuing Delay เวลาที่กลุ่มข้อมูลจะอยู่ในหน่วยความจำ
3. Transmission Delay เวลาที่ใช้ในการส่งกลุ่มข้อมูลจนหมด
4. Propagation Delay เวลาที่ใช้เดินทางผ่านสาย

ในการจำลองเหตุการณ์กำหนด Processing Delay และ Propagation Delay มีค่าคงที่ การใช้โพรโทคอลอาร์เอสวีพีทำให้กลุ่มข้อมูล เอ็มเพ็ก4 เข้าสู่หน่วยความจำได้ก่อนเพราะมีความสำคัญสูงกว่าและยังสามารถถูกส่งออกไปได้เร็วกว่าจากการสำรองช่องกว้างของสัญญาณ ทำให้กลุ่มข้อมูล เอ็มเพ็ก4 มี เวลาหน่วง ลดลง และมีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า เวลาหน่วง หรือ จิตเตอร์(Jitter) ที่น้อยกว่าสังเกตได้จากกราฟที่4-14 โพรโทคอลอาร์เอสวีพีจะมีช่วงแกว่งตัวที่แคบกว่า



กราฟที่ 4-14 แสดงปริมาณเวลาหน่วงของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4บนโมเดลเครือข่ายจริงทั้งหมดในกรณีเพิ่มปริมาณแทรฟฟิคบนเครือข่ายเป็นสี่เท่าของปริมาณข้อมูลในเครือข่ายปัจจุบัน

เมื่อไม่มีการจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลจะเกิดการสูญหายของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4แต่เมื่อใช้โพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสและโพรโทคอลอาร์เอสวีพีเข้ามาช่วยพบว่าไม่พบการสูญหายของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4เลยดังกราฟที่ 4-15



กราฟที่ 4-15 แสดงปริมาณอัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4บนโมเดลเครือข่ายจริงทั้งหมดในกรณีเพิ่มปริมาณแทรฟฟิคบนเครือข่ายเป็นสี่เท่าของปริมาณข้อมูลในเครือข่ายปัจจุบัน

4.2.3 สรุปผลการทดลองบนสถานการณ์เครือข่ายจริงทั้งหมด

ปริมาณข้อมูลในเครือข่ายปัจจุบันเพียงพอการรับชม เอ็มเพ็ก4 จำนวน 100 คนพร้อมๆกัน และเมื่อปริมาณข้อมูลในเครือข่ายเพิ่มขึ้นเป็นสี่เท่าของปัจจุบัน การนำโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอส หรือ โพรโทคอลอาร์เอสวีพีมาช่วยให้คุณภาพในการรับชมภาพสูงขึ้น โดยการลดอัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูล เอ็มเพ็ก4 ในขณะที่ค่าหน่วงเวลาไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากปริมาณข้อมูลยังมีไม่มากนักเมื่อเทียบกับศักยภาพของโครงสร้างพื้นฐาน

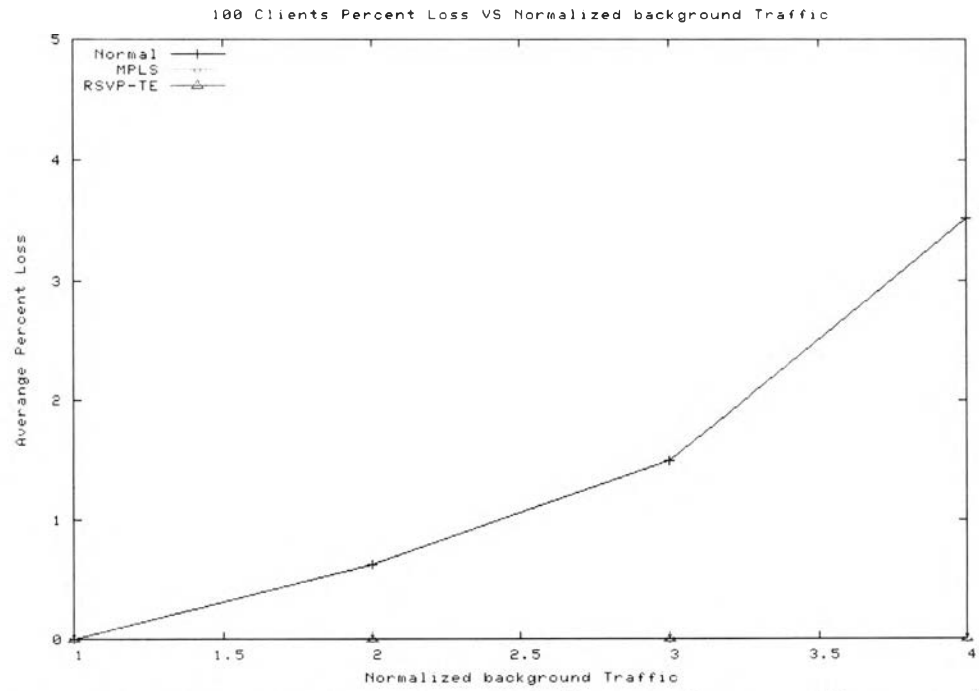
แต่การใช้โพรโทคอลอาร์เอสวีพีดีกว่าโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสในเรื่องของปริมาณงาน (ช่องสัญญาณที่ส่งได้) ที่มีความสม่ำเสมอมากขึ้นซึ่งแสดงว่ากลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 สามารถเข้าออกผ่านขนาดแบนด์วิดท์ต่างๆได้ดีกว่าเดิม

4.2.4 สรุปกราฟผลการทดลองบนสถานการณ์เครือข่ายจริงทั้งหมด

- **อัตราการสูญหาย**

ตารางที่ 5-1 ผลการทดลองของอัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูลกับปริมาณแทรฟฟิค1,2,3,4 เท่า

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการสูญหายของ เอ็มเพ็ก4			
Normalized background traffic	ภาวะปกติ	โพรโทคอล เอ็มพีแอลเอส	โพรโทคอล อาร์เอสวีพี
1 เท่า	0	0	0
2 เท่า	0.622	0	0
3 เท่า	1.495	0	0
4 เท่า	3.511	0	0



กราฟที่ 4-16 กราฟสรุปปริมาณอัตราการสูญหายของกลุ่มข้อมูล กับปริมาณแทรฟฟิค 1,2,3,4 เท่า

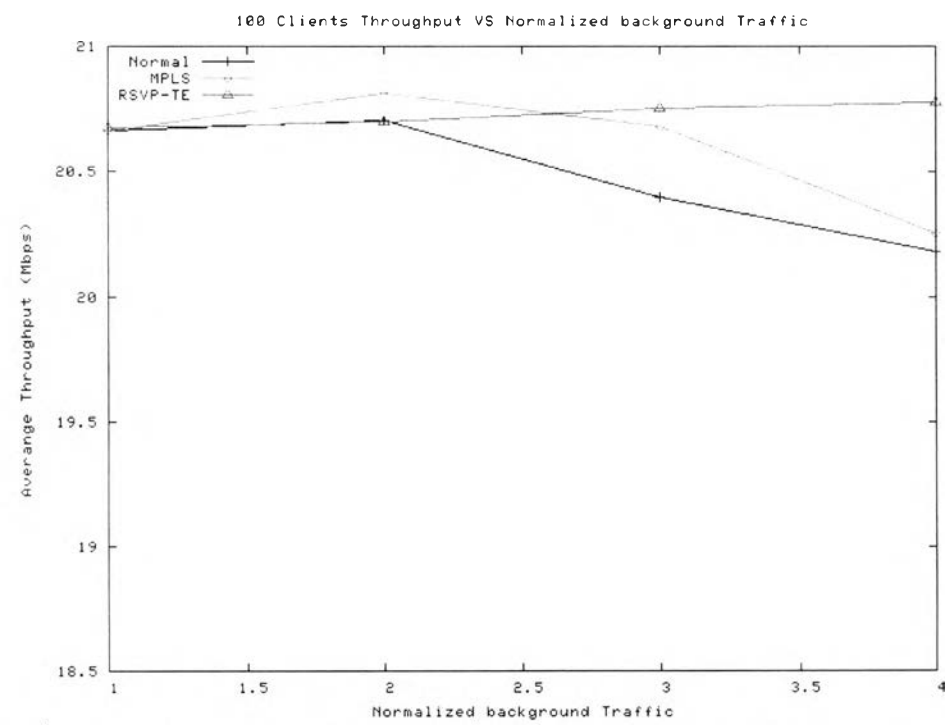
จากกราฟที่ 4-16 เมื่อปริมาณข้อมูลในเครือข่ายสูงเป็นสองเท่าขึ้นไป ถ้าเครือข่ายไม่ใช้การจัดการคุณภาพบริการมีผลให้กลุ่มข้อมูล เอ็มเพ็ก4 จะเริ่มมีการสูญหายและมีแนวโน้มเพิ่มเป็นทุกๆสองเท่าเมื่อปริมาณข้อมูลในเครือข่ายสูงขึ้นทุกๆ หนึ่งเท่า ซึ่งทำให้คุณภาพของภาพเกิดการกระตุกและเสียงขาดหาย

เมื่อนำการจัดการคุณภาพมาใช้คือโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอสและโพรโทคอลอาร์เอสวีพี ทำให้ไม่พบการสูญหายของกลุ่มข้อมูล เอ็มเพ็ก4 เนื่องจากการให้ความสำคัญของกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 โดยโพรโทคอลเอ็มพีแอลเอส และการสำรองทรัพยากรในเครือข่ายไว้สำหรับกลุ่มข้อมูลเอ็มเพ็ก4 โดยโพรโทคอลอาร์เอสวีพี

- **ปริมาณช่องสัญญาณที่ส่งได้**

ตารางที่ 5-2 ผลการทดลองของช่องสัญญาณที่ส่งได้กับปริมาณแทรฟฟิค1,2,3,4 เท่า

ค่าเฉลี่ยช่องสัญญาณที่ส่งได้ของ เอ็มเพ็ก4			
Normalized background traffic	ภาวะปกติ	โพรโทคอล เอ็มพีแอลเอส	โพรโทคอลอาร์เอส วีพี
1 เท่า	20.664	20.664	20.671
2 เท่า	20.704	20.811	20.699
3 เท่า	20.395	20.678	20.752
4 เท่า	20.179	20.351	20.778



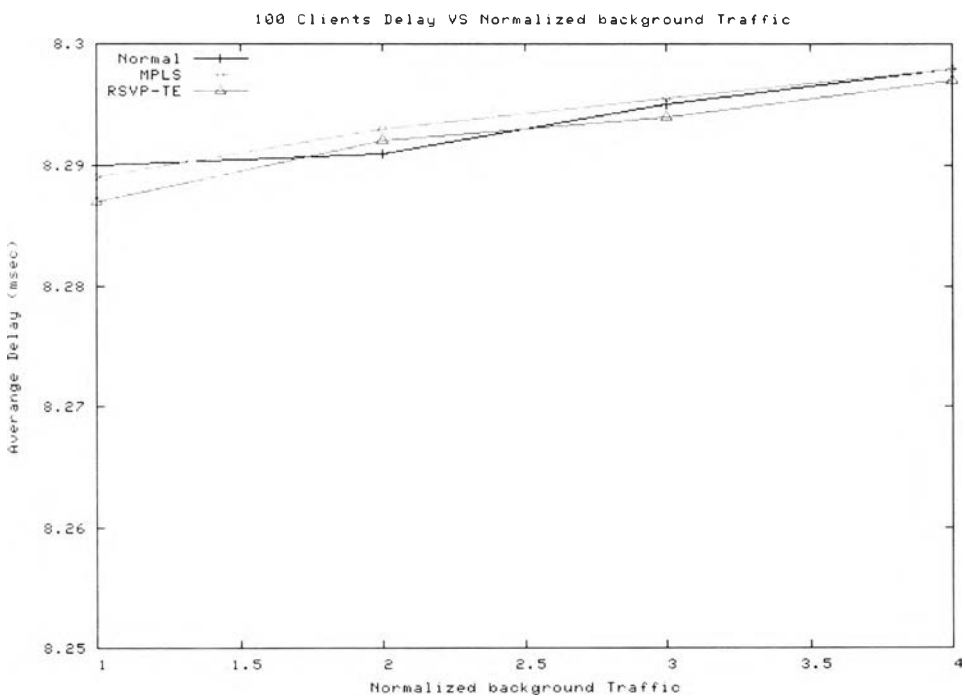
กราฟที่ 4-17 กราฟสรุปปริมาณช่องสัญญาณที่ส่งได้ กับปริมาณแทรฟฟิค 1,2,3,4 เท่า

จากกราฟที่ 4-17 เมื่อนำโพรโทคอลอาร์เอสวีพีมาใช้ในการจัดการคุณภาพมีผลให้ปริมาณการรับส่งได้มีแนวโน้มดีขึ้นคือสามารถรักษาปริมาณการรับส่งได้คงที่แม้ปริมาณข้อมูลในเครือข่ายจะสูงขึ้น ในขณะที่ กรณีไม่ใช้การจัดการคุณภาพมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณข้อมูลในเครือข่ายจะสูงขึ้นเนื่องจากปริมาณข้อมูลที่สูงขึ้นทำให้ข้อมูลสูญหาย แต่ในกรณีของ โพรโทคอลเอ็มพีแอลเอส เนื่องจากกลุ่มข้อมูลมีค่าหน่วงเวลาที่สูงขึ้นทำให้ปริมาณการรับส่งลดลงเพราะกลุ่มข้อมูลเดินทางมาถึงผู้ชมได้ช้าลง

○ **เวลาหน่วง**

ตารางที่ 5-3 ผลการทดลองของเวลาหน่วงกับปริมาณแทรฟฟิค 1,2,3,4 เท่า

ค่าเฉลี่ยเวลาหน่วงของ เอ็มเพ็ก4			
Normalized background traffic	ภาวะปกติ	โพรโทคอล เอ็มพีแอลเอส	โพรโทคอล อาร์เอสวีพี
1 เท่า	8.290	8.288	8.287
2 เท่า	8.291	8.293	8.292
3 เท่า	8.296	8.297	8.295
4 เท่า	8.298	8.298	8.297



กราฟที่ 4-18 กราฟสรุปปริมาณเวลาหน่วง กับปริมาณแทรฟฟิค 1,2,3,4 เท่า

จากกราฟที่ 4-18 เมื่อปริมาณข้อมูลในเครือข่ายสูงขึ้น ย่อมทำให้ค่าหน่วงเวลามีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากเกิดความคับคั่งขึ้นในคิวทำให้คิวริ่งดีเลย์สูงขึ้น ส่งผลต่อค่าหน่วงเวลาตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทาง

การใช้โพรโทคอลอาร์เอสวีพีเพื่อการสำรองทรัพยากรในเครือข่ายสำหรับข้อมูล เอ็มเพ็ก 4 ทำให้กลุ่มข้อมูล เอ็มเพ็ก4 สามารถผ่านอุปกรณ์ต่างๆได้รวดเร็วขึ้น ในขณะที่กรณีไม่ใช้การจัดการคุณภาพและ โพรโทคอลเอ็มพีแอลเอส ที่ไม่มีการสำรองทรัพยากร ทำให้กลุ่มข้อมูลต้องแย่งทรัพยากรกันจึงมีค่าหน่วงเวลาที่สูงกว่าโพรโทคอลอาร์เอสวีพี