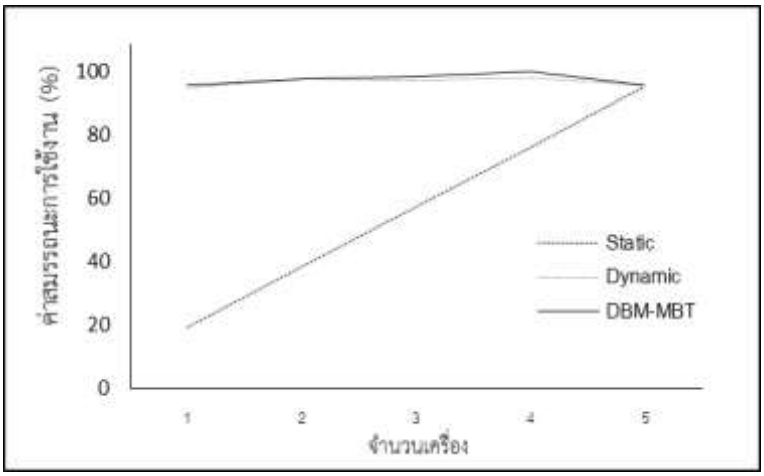
บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

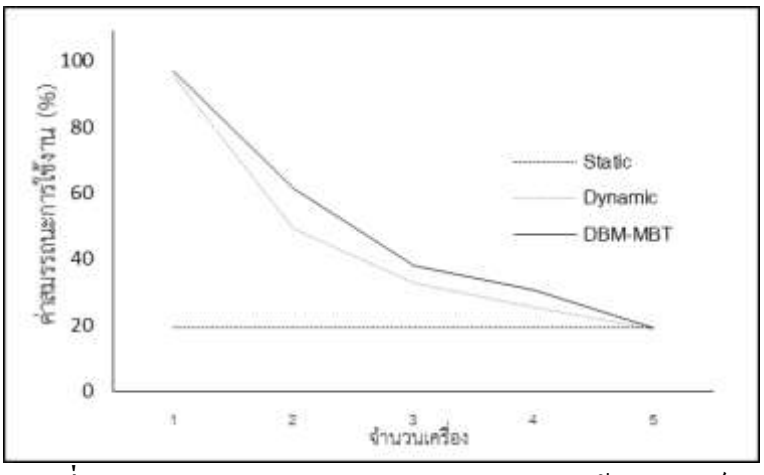
จากผลการทดลองการควบคุมแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยการสรุปการทดลอง 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำ ประกอบด้วยวิธีการควบคุมแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบระหว่างการควบคุมแบนด์วิธแบบค่าคงที่ และการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตวิธีแบ่งตามสัดส่วน ส่วนที่ 2 การควบคุมแบนด์วิธแบบปรับตามนโยบายระดับกั้นสูงสุดและต่ำสุด ประกอบด้วยการสรุปผลการทดลองเปรียบผลต่างระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ข่ายสองเครื่อง โดยแสดงผลการใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธ และส่วนการกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5%, 10% และ 15% ซึ่งบทที่ 5 ประกอบด้วย สรุปผลการทดลอง และการอภิปรายผลการทดลอง ดังนี้

ส่วนที่ 1 การควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำโดยเปรียบเทียบวิธีการควบคุมแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ระหว่างการควบคุมแบนด์วิธแบบค่าคงที่ และการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตตามจำนวนผู้ใช้งานวิธีแบ่งตามสัดส่วน



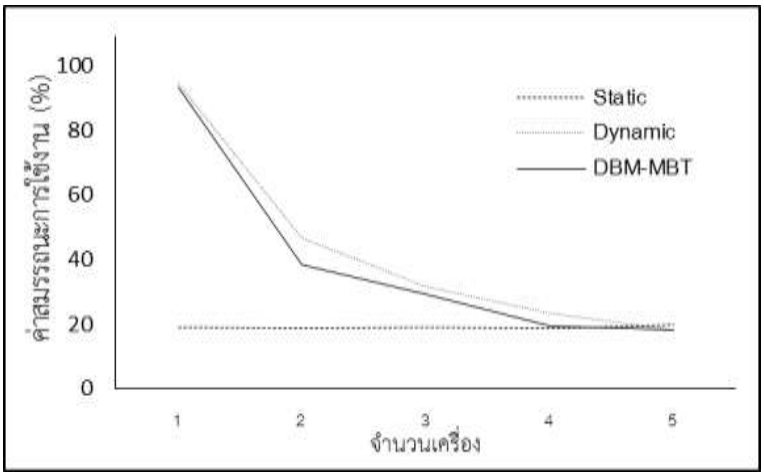
ภาพที่ 5.1 สรุปค่าสรรถนะการทดลองการควบคุมการใช้งานแบนด์วิธ

จากภาพที่ 5.1 สรุปค่าสรรถนะการทดลองการควบคุมการใช้งานแบนด์วิธ โดยค่าสมรรถนะการใช้งานการควบคุมแบนด์วิธแบบคงที่มีค่าร้อยละในอัตราที่เพิ่มขึ้นอย่างคงที่ โดยส่วนการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตตามจำนวนผู้ใช้งานวิธีแบ่งตามสัดส่วน และส่วนการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำมีค่าร้อยละคงที่ในอัตราที่ใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 5.2 สรุปค่าสูงสุดการทดลองการควบคุมการใช้งานแบนด์วิธ

จากภาพที่ 5.2 สรุปค่าสูงสุดการทดลองการควบคุมการใช้งานแบนด์วิธ ผลของค่าสูงสุดการควบแบนด์วิธแบบคงที่มีค่าคงที่ร้อยละ 20 โดยการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตตามจำนวนผู้ใช้งานวิธีแบ่งตามสัดส่วน และส่วนการจัดการแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำมีค่าร้อยละลดลงตามจำนวนเครื่องในอัตราที่ใกล้เคียงกัน แต่การจัดการแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำมีค่าสูงกว่าเล็กน้อย



ภาพที่ 5.3 สรุปค่าต่ำสุดการทดลองการควบคุมการใช้งานแบนด์วิธ

จากภาพที่ 5.3 สรุปค่าสูงสุดการทดลองการควบคุมการใช้งานแบนด์วิธ ผลของค่าต่ำสุดการควบคุมแบนด์วิธแบบคงที่มีค่าคงที่ร้อยละ 20 โดยส่วนการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตตามจำนวนผู้ใช้งานวิธีแบ่งตามสัดส่วน และส่วนการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำมีค่าร้อยละลดลงตามจำนวนเครื่องในอัตราที่ใกล้เคียงกัน แต่การจัดการแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำมีค่าต่ำกว่าเล็กน้อย

ตารางที่ 5.1 ตารางการสรุปผลต่างค่าสมรรถนะการใช้งานในเครือข่ายคอมพิวเตอร์

จำนวน (เครื่อง)	Static (%)	Dynamic (%)
1	+76.53	+0.55
2	+59.43	+0.06
3	+41.27	+1.33
4	+24.01	+1.94
5	+0.22	+0.09
รวม	+40.29	+0.79

จากตารางที่ 5.1 แสดงผลต่างค่าสมรรถนะการใช้งานในเครือข่ายคอมพิวเตอร์เมื่อเปรียบเทียบกับการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำโดยการควบคุมแบนด์วิธแบบคงที่มีค่าร้อยละ +76.53, +59.43, +41.27, +24.01 และ+0.22 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยรวมร้อยละ +40.29 และการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตตามจำนวนผู้ใช้งานวิธีแบ่งตามสัดส่วน มีค่าร้อยละ +0.55, +0.06, +1.33, +1.94 และ +0.09 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยรวมร้อยละ +0.79

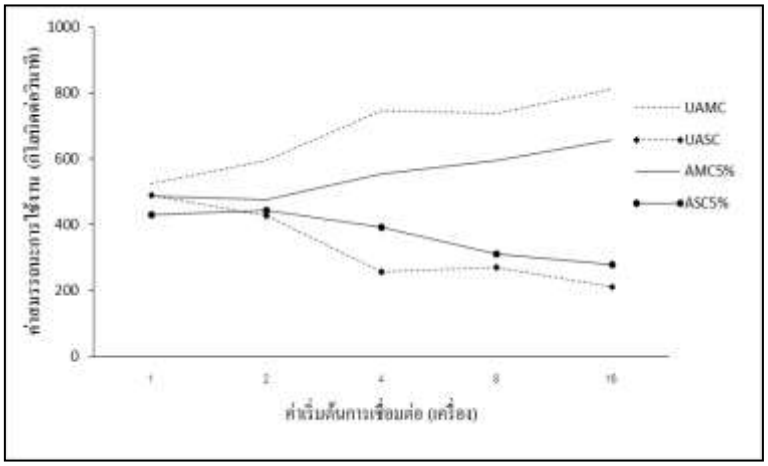
ตารางที่ 5.2 ตารางการสรุปผลต่างค่าสูงสุดค่าสมรรถนะการใช้งานในเครือข่ายคอมพิวเตอร์

จำนวน (เครื่อง)	Static (%)	Dynamic (%)
1	+77.55	+1.07
2	+42.29	+12.40
3	+18.66	+5.18
4	+11.53	+5.27
5	+0.01	+0.20
รวม	+30.01	+4.82

จากตารางที่ 5.2 แสดงผลต่างค่าสูงสุดค่าสมรรถนะการใช้งานในเครือข่ายคอมพิวเตอร์เมื่อเปรียบเทียบกับการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำ โดยการควบคุมแบนด์แบบคงที่มีค่าร้อยละ +77.55, +42.29, +18.66, +11.53 และ +0.01 ตามลำดับมีค่าเฉลี่ย

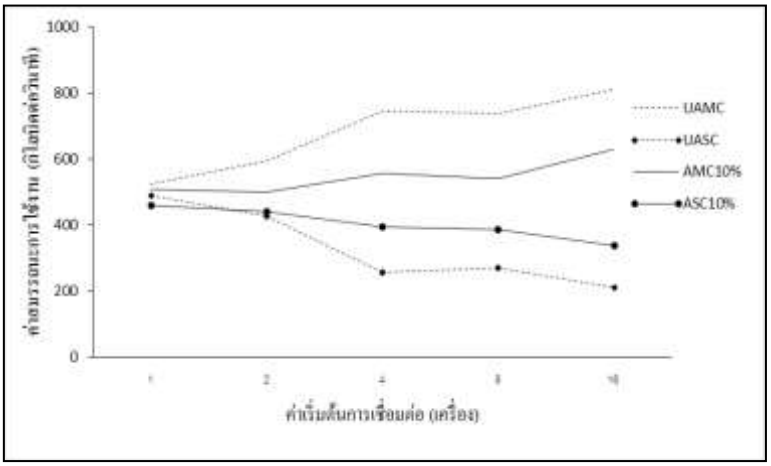
รวมร้อยละ +30.01 และการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตตามจำนวนผู้ใช้งานวิธีแบ่งตามสัดส่วนมีค่าร้อยละ +1.07, +12.40, +5.18, +5.27 และ +0.20 ตามลำดับมีค่าเฉลี่ยรวมร้อยละ +4.82

ส่วนที่ 2 การควบคุมแบนด์วิธแบบปรับตามนโยบายระดับกั้นสูงสุดและต่ำสุด ประกอบด้วยการสรุปผลการทดลองเปรียบผลต่างระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ข่ายสองเครื่อง โดยแสดงผลการใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธ และส่วนการกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5%, 10% และ 15%



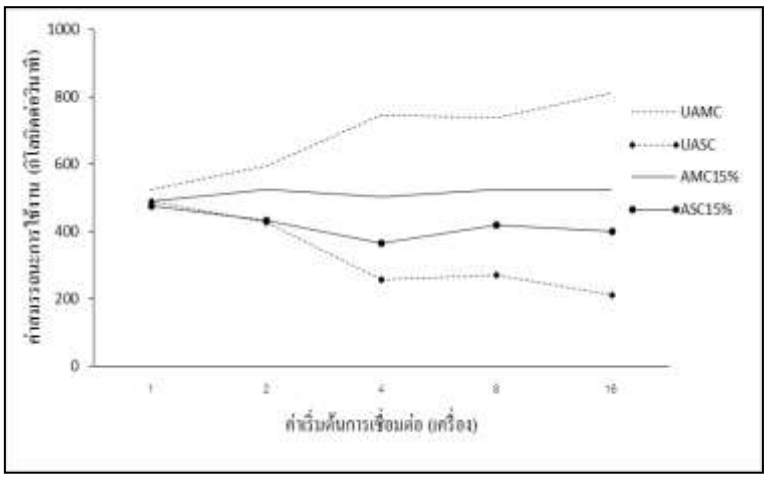
ภาพที่ 5.4 การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5%

จากภาพที่ 5.4 การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5% พบว่าค่าสมรรถนะการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณและเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายปกติมีอัตราการใช้งานที่ใกล้เคียงกว่าการใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธ



ภาพที่ 5.5 การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 10%

จากภาพที่ 5.5 การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 10% พบว่าค่าสมรรถนะการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณและเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายปกติมีอัตราการใช้งานที่ใกล้เคียงกว่าการใช้งานโดยไม่ได้จัดการแบนด์วิธ



ภาพที่ 5.6 การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 15%

จากภาพที่ 5.6 การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 15% พบว่าค่าสมรรถนะการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณและเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายปกติมีอัตราการใช้งานที่ใกล้เคียงกว่าการใช้งานโดยไม่ได้จัดการแบนด์วิธ

ตารางที่ 5.3 สรุปค่าผลต่างค่าแบนด์วิธระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย

MIC (เครื่อง)	ผลต่างค่าแบนด์วิธระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (%)			
	UAMC	AMC(5)	AMC(10)	AMC(15)
1	3.48	5.67	4.78	1.20
2	16.99	3.10	5.68	9.23
4	48.90	15.88	16.33	13.71
8	46.78	28.32	15.28	10.57
16	59.94	37.80	29.05	12.71
เฉลี่ย	35.22	18.15	14.22	9.48

จากตารางที่ 5.3 สรุปค่าผลต่างค่าแบนด์วิธระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ 1-16 เครื่อง ค่าเฉลี่ยของการใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธมีค่า 3.48%, 16.99%, 48.90%, 46.78% และ 59.94% ค่าเฉลี่ยรวม 35.22%, การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5% มีค่า 5.67%, 3.10%, 15.88%, 28.32% และ 37.80% ค่าเฉลี่ยรวม 18.15% การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 10% มีค่า 4.78%, 5.68%, 16.33%, 15.28% และ 29.05% ค่าเฉลี่ยรวม 14.22% และการกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 15% มีค่า 1.20%, 9.23%, 13.71%, 10.57% และ 12.71% ค่าเฉลี่ยรวม 9.48% ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากผลการทดลองประกอบด้วยการทดลอง 3 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 การทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ส่วนที่ 2 การควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำ และส่วนที่ 3 การควบคุมแบนด์วิธแบบปรับตามนโยบายระดับกั้นสูงสุดและต่ำสุด

ส่วนที่ 1 การทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์

จากการทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย จำนวน 1-5 เครื่อง ผู้วิจัยทำการกำหนดค่าเพียง 10 ค่า กำหนดค่าที่ 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 และ 1,000 กิโลบิตต่อวินาที หาค่าสมรรถนะการใช้งาน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ย ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานสามารถมาปรับนำมาประยุกต์เพื่อใช้ในการตัดสินใจกำหนดค่าแบนด์วิธในส่วนของการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำให้ได้ค่าที่เหมาะสม

ส่วนที่ 2 การควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำ

จากการทดลองการควบคุมแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วนคือ การควบคุมแบนด์วิธแบบคงที่, การควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตตามจำนวนผู้ใช้งานวิธีแบ่งตามสัดส่วน และการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำ โดยค่าสมรรถนะการเพิ่มสมรรถนะของการใช้งานเน็ตเวิร์คด้วยแบนด์วิธแบบพลวัตมีค่ามากกว่าการกำหนดแบนด์วิธแบบคงที่ 40.29% และมีผลใกล้เคียงกับการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตตามจำนวนผู้ใช้งานวิธีแบ่งตามสัดส่วน ซึ่งการเพิ่มสมรรถนะสูงสุดของการใช้งานเน็ตเวิร์คด้วยแบนด์วิธแบบพลวัตมีค่าแบนด์วิธสูงสุดของเครื่องลูกข่ายที่สูงกว่า 30.01% และ 4.82% แต่ค่าแบนด์วิธต่ำสุดยังคงมีค่าสูงกว่าข้อกำหนด เมื่อเปรียบเทียบกับการควบคุมแบนด์วิธแบบคงที่ และการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตตามจำนวนผู้ใช้งานวิธีแบ่งตามสัดส่วนที่มีค่าแบนด์วิธสูงสุดและ

ต่ำสุดที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากค่าสมรรถนะการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจากการใช้งานจริงมีการใช้งานที่แตกต่าง การควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ในการควบคุมแบนด์วิธ ซึ่งสามารถปรับสมการตามการใช้งานเพื่อให้เกิดความเหมาะสมจากข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำ โดยจะได้ค่าสมรรถนะการใช้งานในแต่ละเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่สูงกว่า

ส่วนที่ 3 การควบคุมแบนด์วิธแบบปรับตามนโยบายระดับกั้นสูงสุดและต่ำสุด

การทดลองควบคุมแบนด์วิธแบบปรับตามนโยบายระดับกั้นสูงสุดและต่ำสุด ทำการเปรียบเทียบค่าสมรรถนะการใช้งานค่าแบนด์วิธระหว่างเครื่องลูกข่าย ซึ่งผลการทดลองพบว่าค่าผลต่างของแบนด์วิธระหว่างเครื่องลูกข่ายใน 120 วินาทีแรก การใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธมีค่าเฉลี่ย 35.22% และการกำหนดแบนด์วิธกำหนดอัตราการลดที่ 5%, 10%, 15% มีค่าเฉลี่ยที่ 18.15%, 14.22% และ 9.48% เป็นวิธีแก้ไขปัญหาจากการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำซึ่งไม่สามารถควบคุมโปรแกรมการเชื่อมต่อแบบทวีคูณได้ จะเห็นได้ว่าเมื่อควบคุมอัตราการลดลงค่าผลต่างแบนด์วิธระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายมีค่าลดลง หากมีการใช้งานในระยะเวลานานค่าผลต่างระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจะมีค่าการใช้งานแบนด์วิธที่ใกล้เคียงกัน

เนื่องจากการเชื่อมต่อบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่หลากหลาย หากระบบมีค่าการใช้งานแบนด์วิธสูง มีค่าแบนด์วิธของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานรายอื่น ระบบสามารถปรับค่าสรรถนะการใช้งาน เพื่อคืนสิทธิการใช้งานต่อผู้ใช้ทุกรายได้อย่างยุติธรรม สามารถกำหนดค่าอัตราการลดลงของระดับตามสภาพการใช้งานให้เกิดความเหมาะสมได้