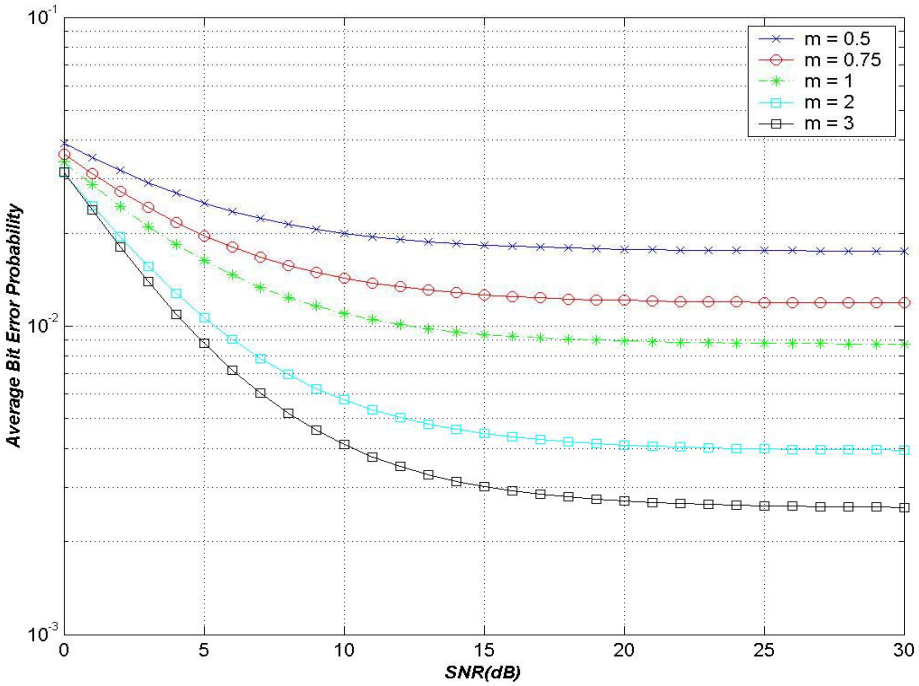
บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์เชิงเลข

ในบทนี้จะนำเสนอผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะระบบโดยใช้โปรแกรม Matlab จำลองการทำงานของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ (DS-QPSK CDMA) กับระบบดีเอส-บีพีเอสเคซีดีเอ็มเอ (DS-BPSK CDMA) ซึ่งอัตราในการเกิดความผิดพลาดบิตข้อมูลของระบบสามารถคำนวณได้จากในบทที่ผ่านมา โดยได้ศึกษาผลของตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิ, ผลของการเพิ่มจำนวนสาขาเครื่องรับเรค, ผลของค่าอัตราการลดทอนของกำลังสัญญาณ และการเพิ่มหรือลดจำนวนผู้ใช้งานในระบบ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อค่าสมรรถนะของระบบโดยแบ่งได้ตามหัวข้อที่ทำการวิเคราะห์ดังนี้

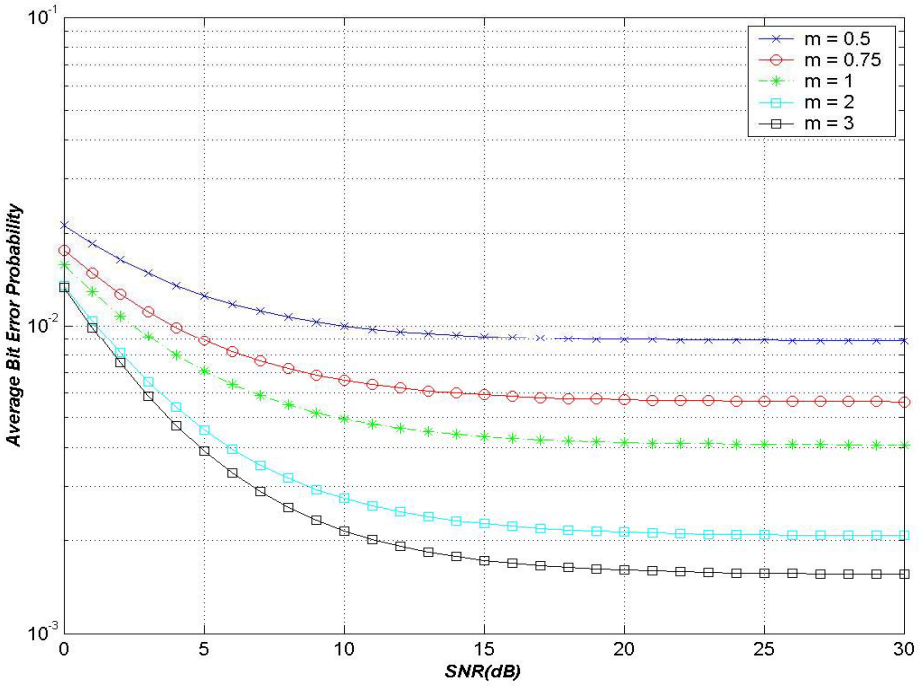
4.1 ตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มและจำนวนสาขาเครื่องรับเรค

4.1.1 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดบิต

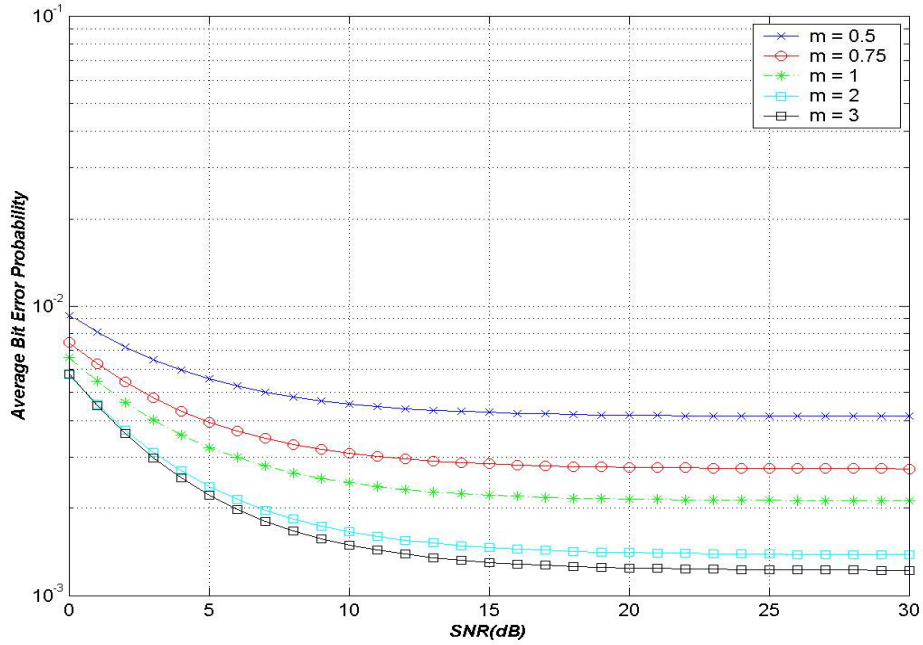
ในหัวข้อนี้จะแสดงสมรรถนะของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงผลของตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มของระบบ ตั้งแต่รูปที่ 4.1 – 4.6 แสดงอัตราการเกิดความผิดพลาดบิตของระบบโดยกำหนดให้อัตราการขยายประมวลผลเท่ากับ $127\,(N=127)$, อัตราการลดทอนของขนาดเท่ากับศูนย์ $(\delta=0)$, จำนวนผู้ใช้งานในระบบเท่ากับ 30 $(K=30)$ และทำการเปลี่ยนแปลงค่าสาขาเครื่องรับเรค (L), กับตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม (m)



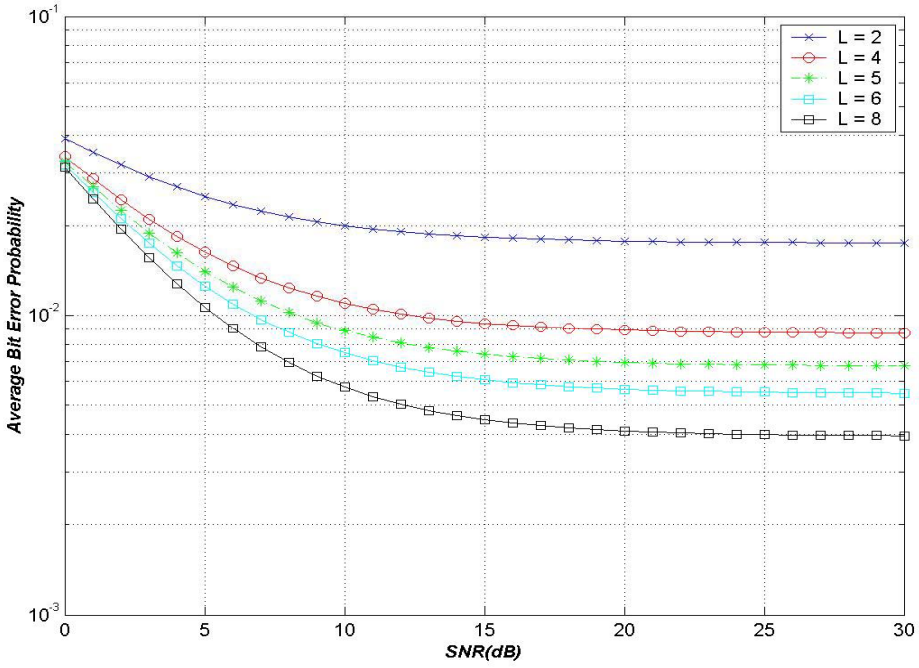
รูปที่ 4.1 อัตราการเกิดความผิดพลาดบิตกับอัตราส่วนกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ ในกรณีสาขาเครื่องรับเรคเท่ากับ 2 $(L = 2)$ และตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม (m) ที่มีค่าเท่ากับ 0.5, 0.75, 1, 2 และ 3



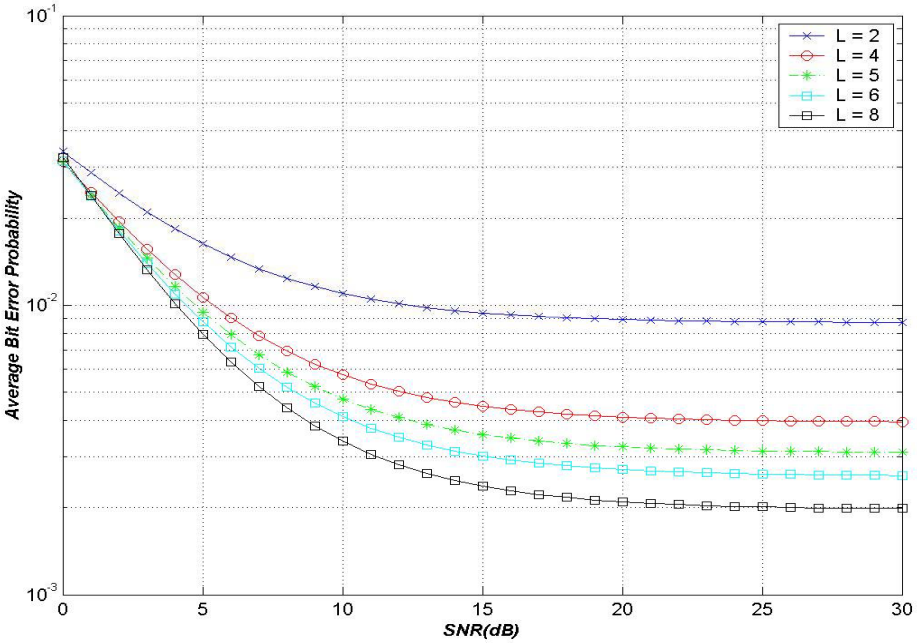
รูปที่ 4.2 อัตราการเกิดความผิดพลาดบิตกับอัตราส่วนกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ ในกรณีสาขาเครื่องรับเรคเท่ากับ 4 $(L = 4)$ และตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม (m) ที่มีค่าเท่ากับ 0.5, 0.75, 1, 2 และ 3



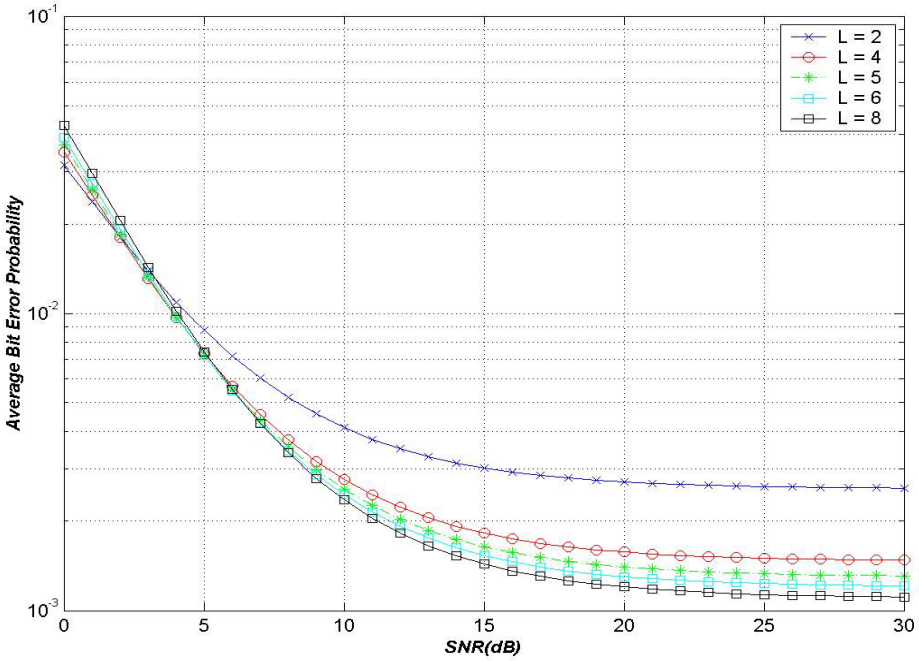
รูปที่ 4.3 อัตราการเกิดความผิดพลาดบิตกับอัตราส่วนกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ ในกรณีสาขาเครื่องรับเรคเท่ากับ 8 $(L=8)$ และตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม (m) ที่มีค่าเท่ากับ 0.5, 0.75, 1, 2 และ 3



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นการเกิดอัตราความผิดพลาดบิตกับกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ เมื่อจำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรคมีค่าเท่ากับ 2, 4, 5, 6 และ 8 ในกรณีนี้กำหนดตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มให้มีค่าเท่ากับ 0.5 $(m=0.5)$



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นการเกิดอัตราความผิดพลาดบิตกับกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ เมื่อจำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรคมีค่าเท่ากับ 2, 4, 5, 6 และ 8 ในกรณีนี้กำหนดตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มให้มีค่าเท่ากับ 1 $(m=1)$

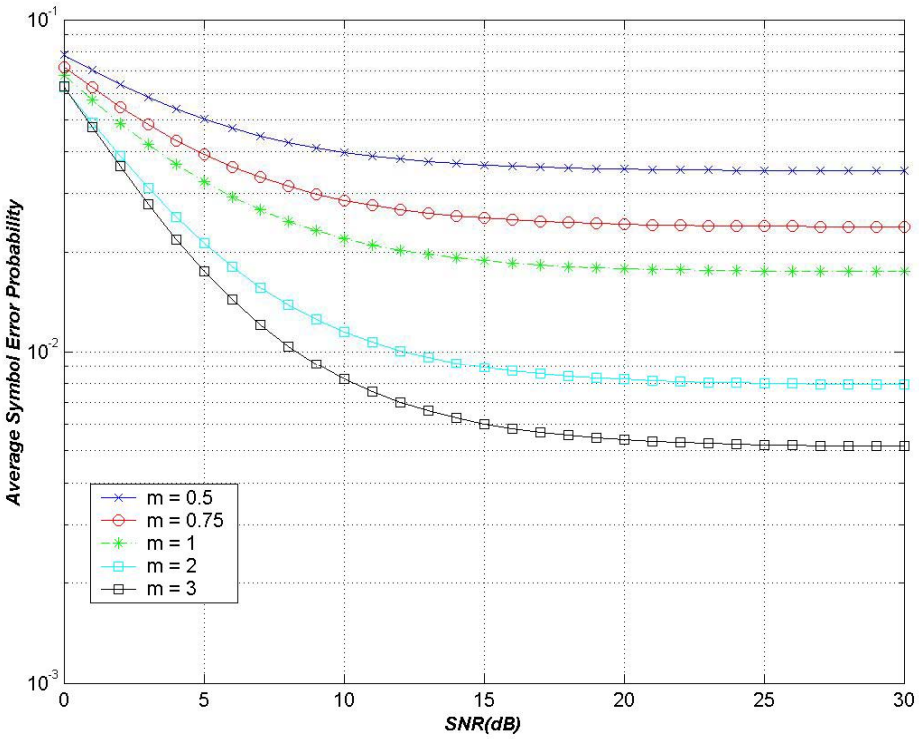


รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นการเกิดอัตราความผิดพลาดบิตกับกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ เมื่อจำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรคมีค่าเท่ากับ 2, 4, 5, 6 และ 8 ในกรณีนี้กำหนดตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มให้มีค่าเท่ากับ 3 $(m=3)$

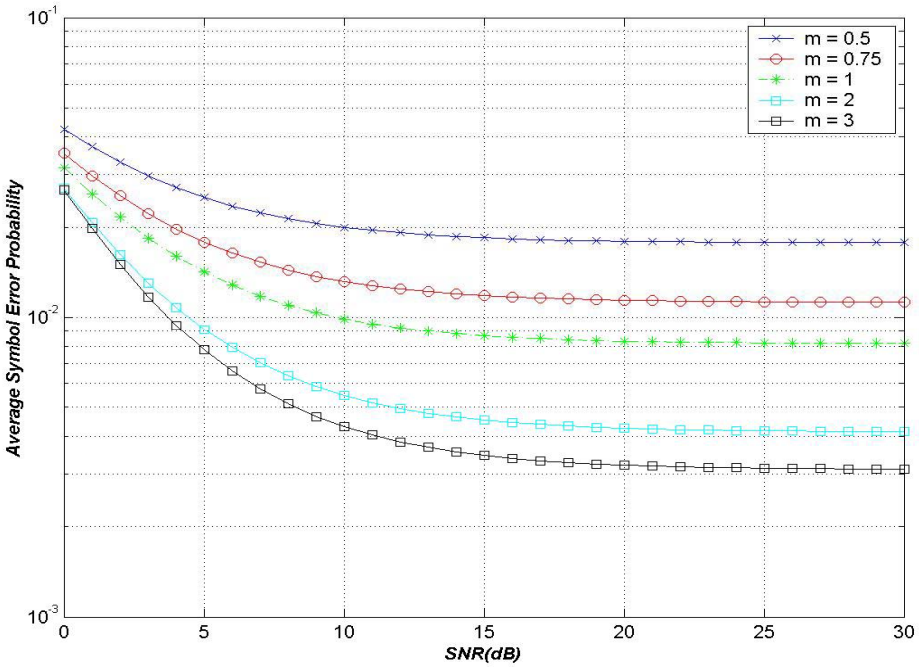
จากรูปที่ 4.1 - 4.6 จะแสดงให้เห็นว่าเมื่อตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม และจำนวนสาขาของเครื่องรับเรคเพิ่มมากขึ้นจะทำให้อัตราในการเกิดความผิดพลาดบิตลดน้อยลงเมื่อเทียบกันทางด้านกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน

4.1.2 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์

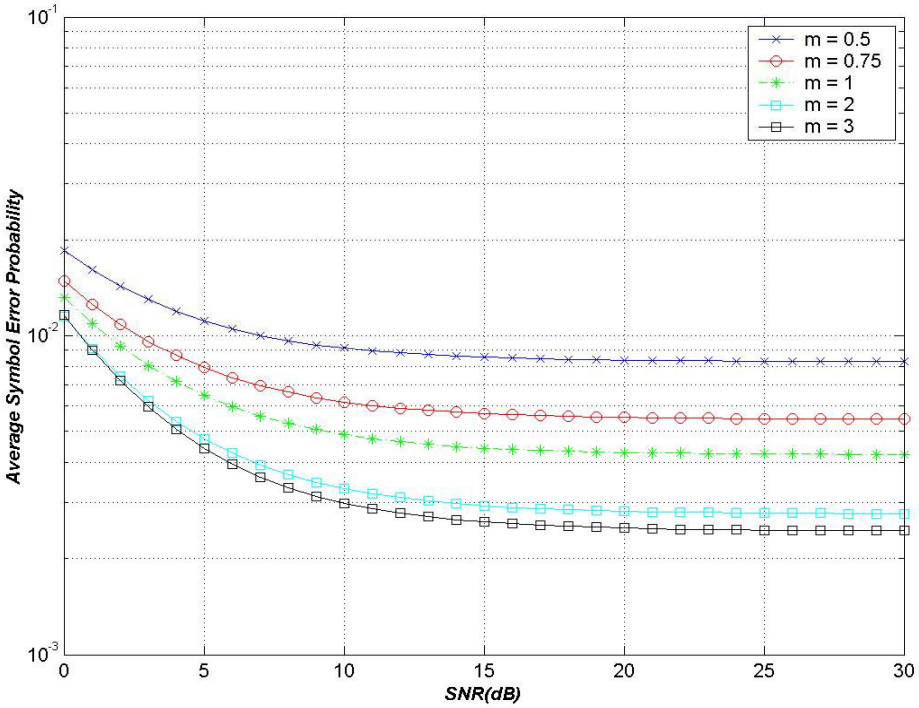
ในหัวข้อนี้จะแสดงสมรรถนะของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงผลของตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มของระบบ ตั้งแต่รูปที่ 4.7 – 4.12 แสดงอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ของระบบโดยกำหนดให้อัตราการขยายประมวลผลเท่ากับ $127\,(N=127)$, อัตราการลดทอนของขนาดเท่ากับศูนย์ $(\delta=0)$, จำนวนผู้ใช้งานในระบบเท่ากับ 30 $(K=30)$ และทำการเปลี่ยนแปลงค่าสาขาเครื่องรับเรค (L), กับตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม (m)



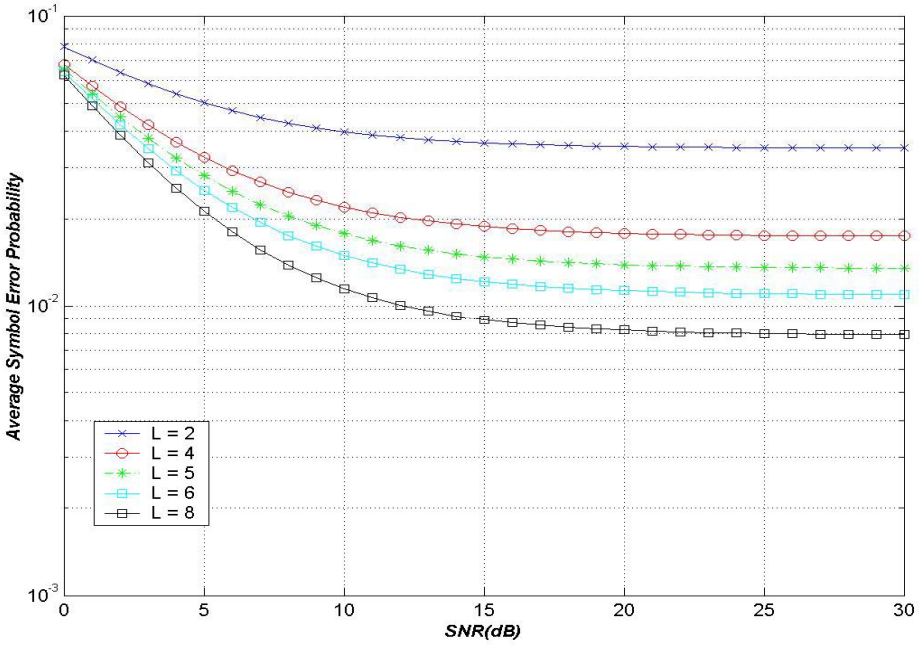
รูปที่ 4.7 อัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์กับอัตราส่วนกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ ในกรณีสาขาเครื่องรับเรคเท่ากับ 2 $(L=2)$ และตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม (m) ที่มีค่าเท่ากับ 0.5, 0.75, 1, 2 และ 3



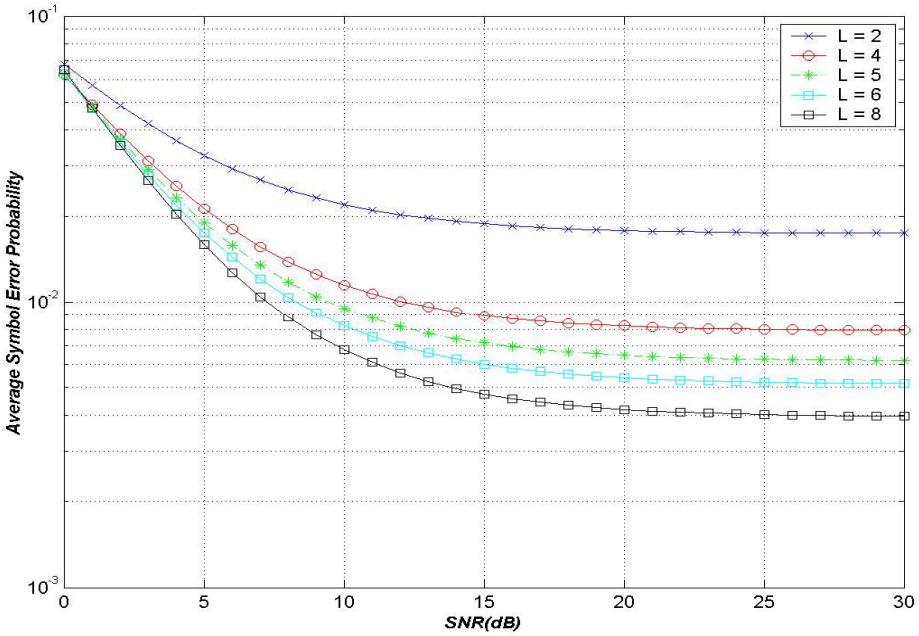
รูปที่ 4.8 อัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์กับอัตราส่วนกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ ในกรณีสาขาเครื่องรับเรคเท่ากับ 4 $(L = 4)$ และตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม (m) ที่มีค่าเท่ากับ 0.5, 0.75, 1, 2 และ 3



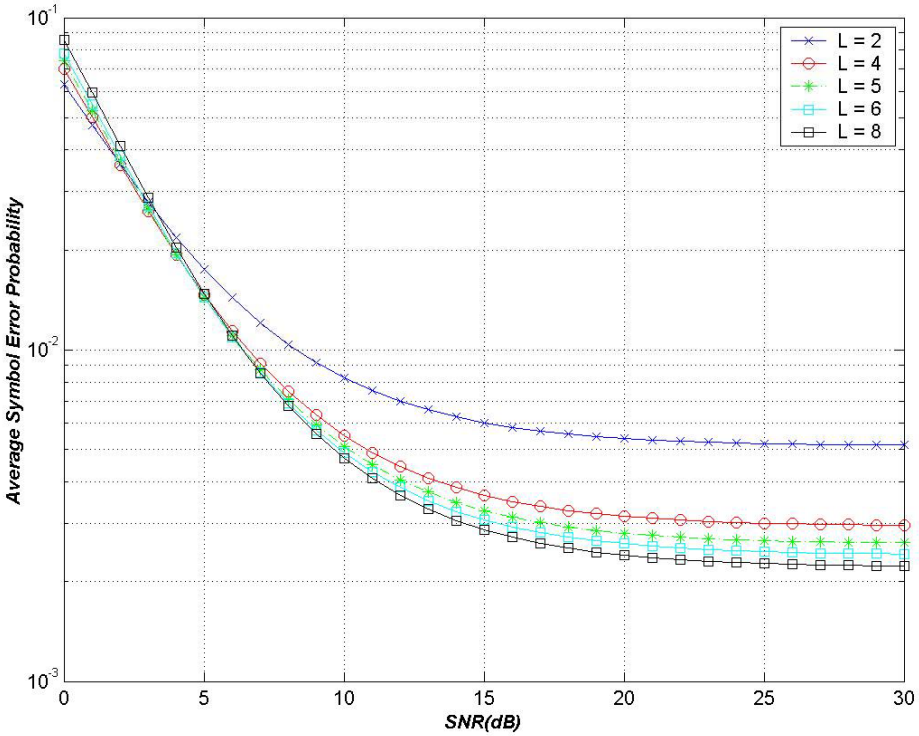
รูปที่ 4.9 อัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์กับอัตราส่วนกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ ในกรณีสาขาเครื่องรับเรคเท่ากับ 8 $(L = 8)$ และตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม (m) ที่มีค่าเท่ากับ 0.5, 0.75, 1, 2 และ 3



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นการเกิดอัตราความผิดพลาดสัญลักษณ์กับกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ เมื่อจำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรคมีค่าเท่ากับ 2, 4, 5, 6 และ 8 ในกรณีนี้กำหนดตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มให้มีค่าเท่ากับ 0.5 ($m = 0.5$)



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นการเกิดอัตราความผิดพลาดสัญลักษณ์กับกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ เมื่อจำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรคมีค่าเท่ากับ 2, 4, 5, 6 และ 8 ในกรณีนี้กำหนดตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มให้มีค่าเท่ากับ 1 ($m = 1$)



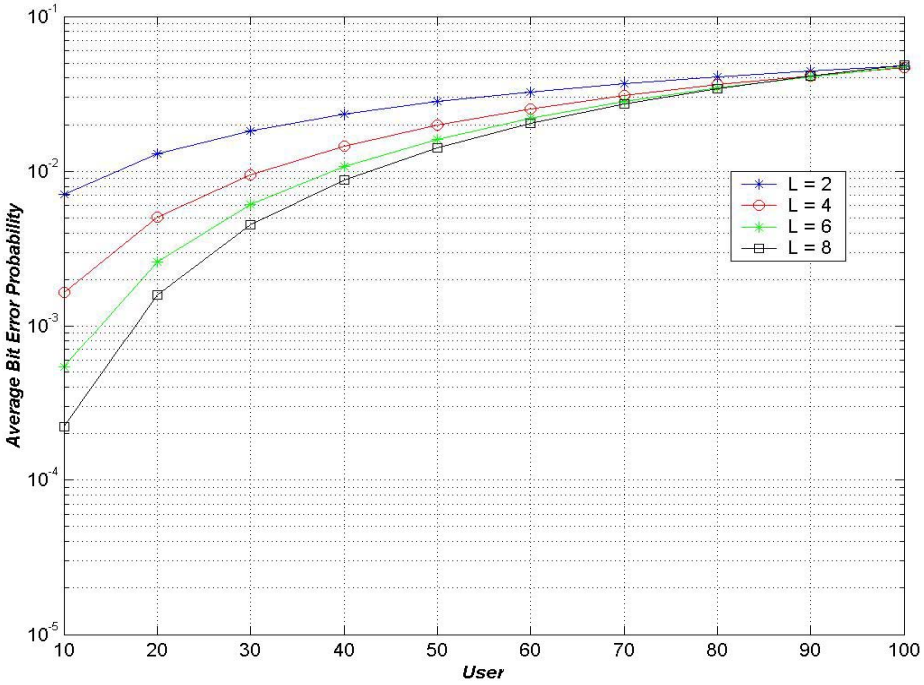
รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นการเกิดอัตราความผิดพลาดสัญลักษณ์กับกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ เมื่อจำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรคมีค่าเท่ากับ 2, 4, 5, 6 และ 8 ในกรณีนี้กำหนดตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มให้มีค่าเท่ากับ 3 $(m = 3)$

จากรูปที่ 4.7-4.12 จะแสดงให้เห็นว่าเมื่อตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม และจำนวนสาขาของเครื่องรับเรคเพิ่มมากขึ้นจะทำให้อัตราในการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ลดน้อยลงเมื่อเทียบกันทางด้านกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน

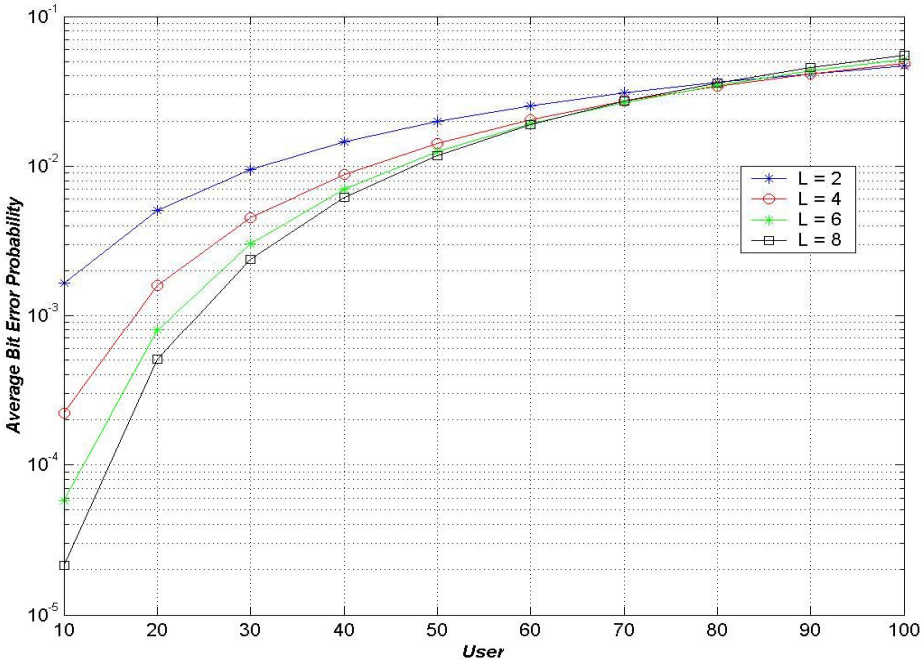
4.2 จำนวนผู้ใช้งานในระบบ

4.2.1 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดบิต

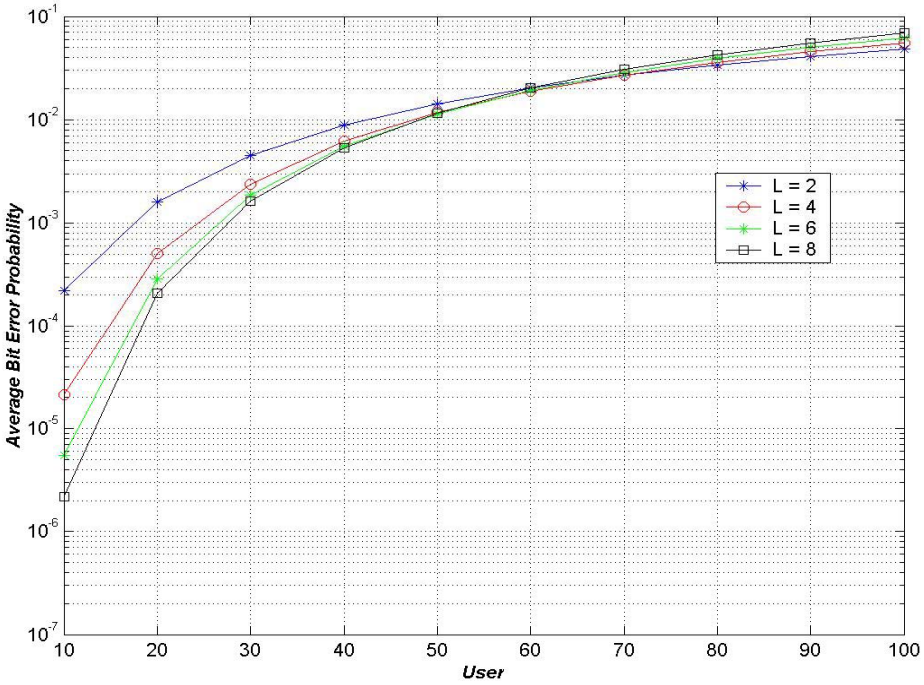
ในหัวข้อนี้จะแสดงสมรรถนะของระบบเมื่อจำนวนผู้ใช้งานในระบบเพิ่มขึ้น (K) ตั้งแต่รูปที่ 4.7 – 4.11 แสดงอัตราในการเกิดความผิดพลาดบิตของระบบโดยกำหนดให้อัตราการขยายประมวลผลเท่ากับ 127 $(N = 127)$, กำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 30 $(SNR = 30)$ อัตราการลดทอนของขนาดเท่ากับ 0 $(\delta = 0)$ และทำการเปลี่ยนแปลงค่าสาขาเครื่องรับเรค (L), กับตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม (m)



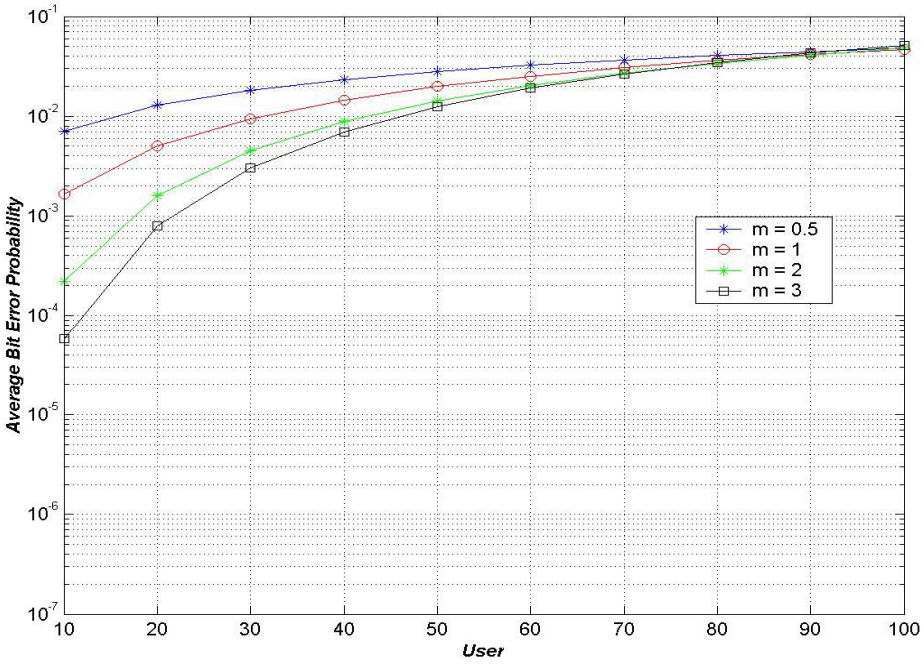
รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดความผิดพลาดบิตของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ กับจำนวนผู้ใช้งาน โดยจำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรคมีค่าเท่ากับ 2, 4, 6 และ 8 เมื่อกำหนดค่าตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มเท่ากับ 0.5 ($m = 0.5$)



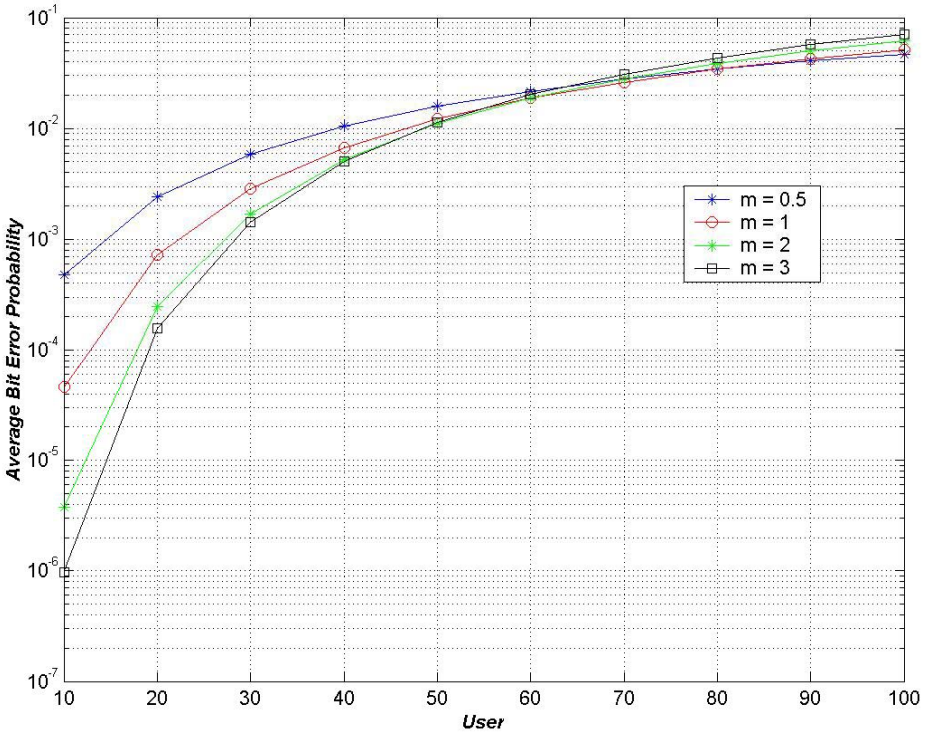
รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดความผิดพลาดบิตของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ กับจำนวนผู้ใช้งาน โดยจำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรคมีค่าเท่ากับ 2, 4, 6 และ 8 เมื่อกำหนดค่าตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มเท่ากับ 1 ($m = 1$)



รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดความผิดพลาดบิตของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ กับจำนวนผู้ใช้งาน โดยจำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรคมีค่าเท่ากับ 2, 4, 6 และ 8 เมื่อกำหนดค่าตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มเท่ากับ 2 $(m = 2)$



รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดความผิดพลาดบิตของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ กับจำนวนผู้ใช้งานโดยกำหนดจำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรคมีค่าเท่ากับ 2 $(L = 2)$ เมื่อค่าตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มมีค่าเท่ากับ 0.5, 1, 2 และ 3

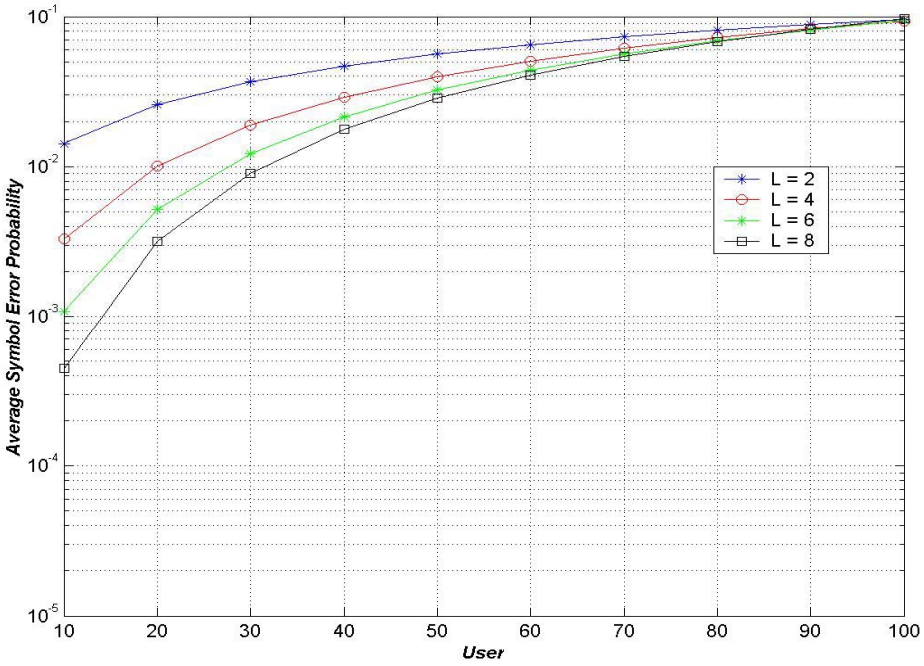


รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดความผิดพลาดบิตของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ กับจำนวนผู้ใช้งาน โดยกำหนดจำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรคมีค่าเท่ากับ 6 $(L = 6)$ เมื่อค่าตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มมีค่าเท่ากับ 0.5, 1, 2 และ 3

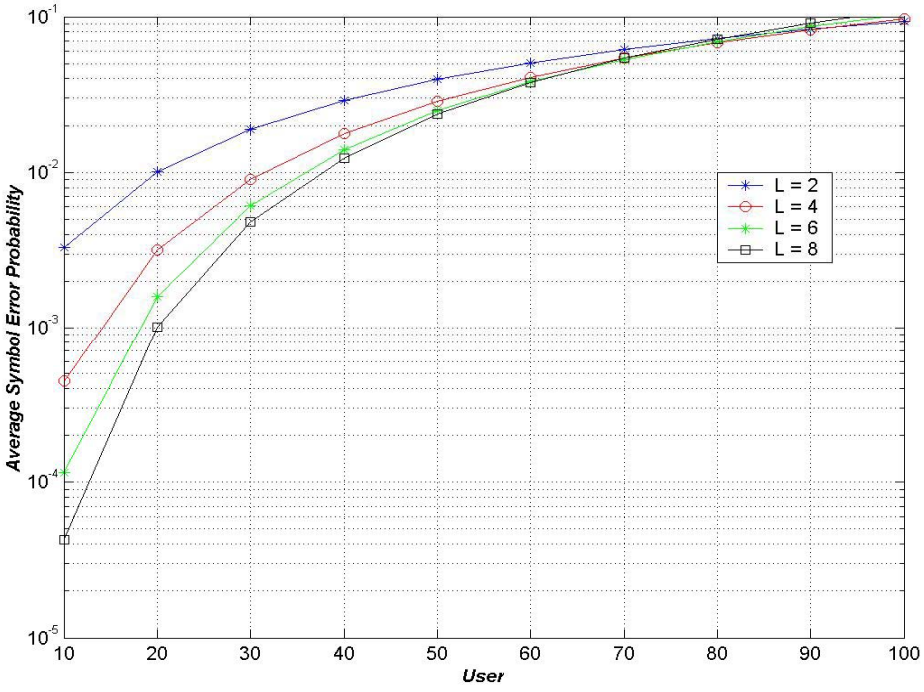
จากรูปที่ 4.13-4.17 จะแสดงให้เห็นว่าเมื่อจำนวนผู้ใช้งานในระบบเพิ่มมากขึ้นจะทำให้อัตราในการเกิดความผิดพลาดบิตลดน้อยลงเมื่อเทียบกันทางด้านกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน

4.2.2 สมรรถนะของระบบแสดงในรูปอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์

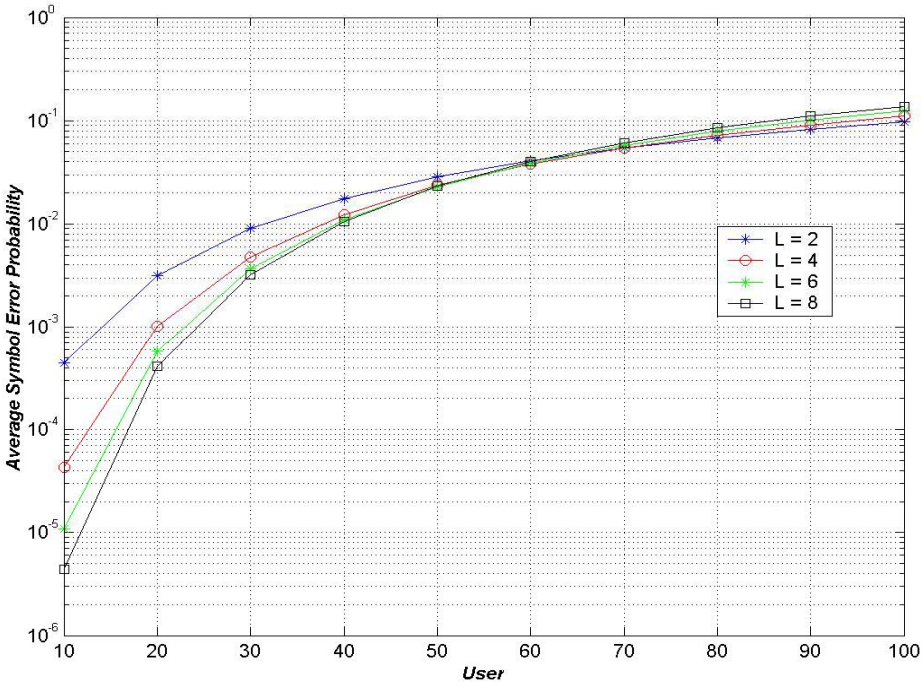
ในหัวข้อนี้จะแสดงสมรรถนะของระบบเมื่อจำนวนผู้ใช้งานในระบบเพิ่มขึ้น (K) ตั้งแต่ รูปที่ 4.18 – 4.20 แสดงอัตราในการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ของระบบโดยกำหนดให้อัตราการขยายประมวลผลเท่ากับ $127\,(N = 127)$, กำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 30 $(SNR = 30)$ อัตราการลดทอนของขนาดเท่ากับ 0 $(\delta = 0)$ และทำการเปลี่ยนแปลงค่าสาขาเครื่องรับเรค (L), กับตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม (m)



รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ กับจำนวนผู้ใช้งาน โดยจำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรคมีค่าเท่ากับ 2, 4, 6 และ 8 เมื่อกำหนดค่าตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มเท่ากับ 0.5 ($m = 0.5$)



รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ กับจำนวนผู้ใช้งาน โดยจำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรคมีค่าเท่ากับ 2, 4, 6 และ 8 เมื่อกำหนดค่าตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มเท่ากับ 1 ($m = 1$)



รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ กับจำนวนผู้ใช้งาน โดยจำนวนสาขาของเครื่องรับแบบเรคมีค่าเท่ากับ 2, 4, 6 และ 8 เมื่อกำหนดค่าตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มเท่ากับ 2 $(m = 2)$

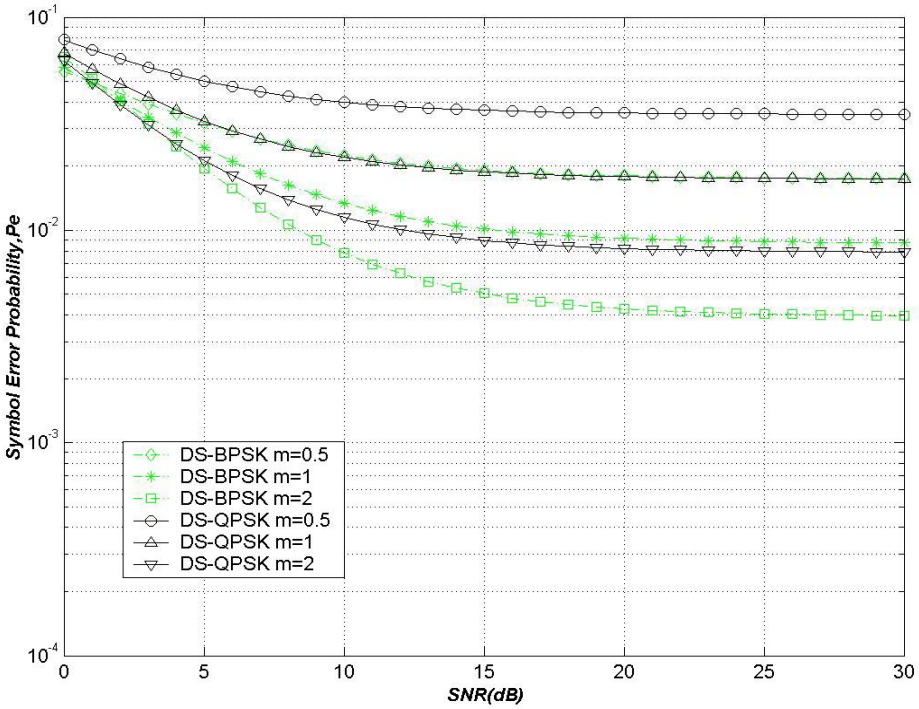
จากรูปที่ 4.18 - 4.20 จะแสดงให้เห็นว่าเมื่อจำนวนผู้ใช้งานในระบบเพิ่มมากขึ้นจะทำให้อัตราในการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ลดน้อยลงเมื่อเทียบกันทางด้านกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน

4.3 การเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ กับดีเอส-บีพีเอสเคซีดีเอ็มเอ

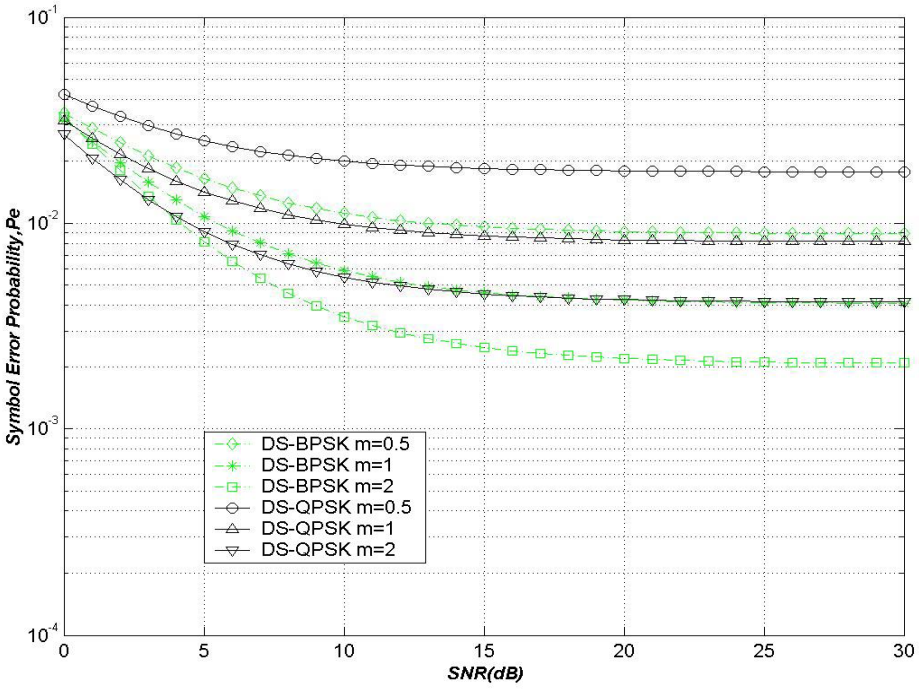
หัวข้อนี้จะแสดงให้เห็นการเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบตามสภาวะเงื่อนไขต่างๆ ของระบบทั้งสอง ซึ่งก็คือตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม และจำนวนสาขาของเครื่องรับเรค

4.3.1 ผลของการเพิ่มค่าตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม

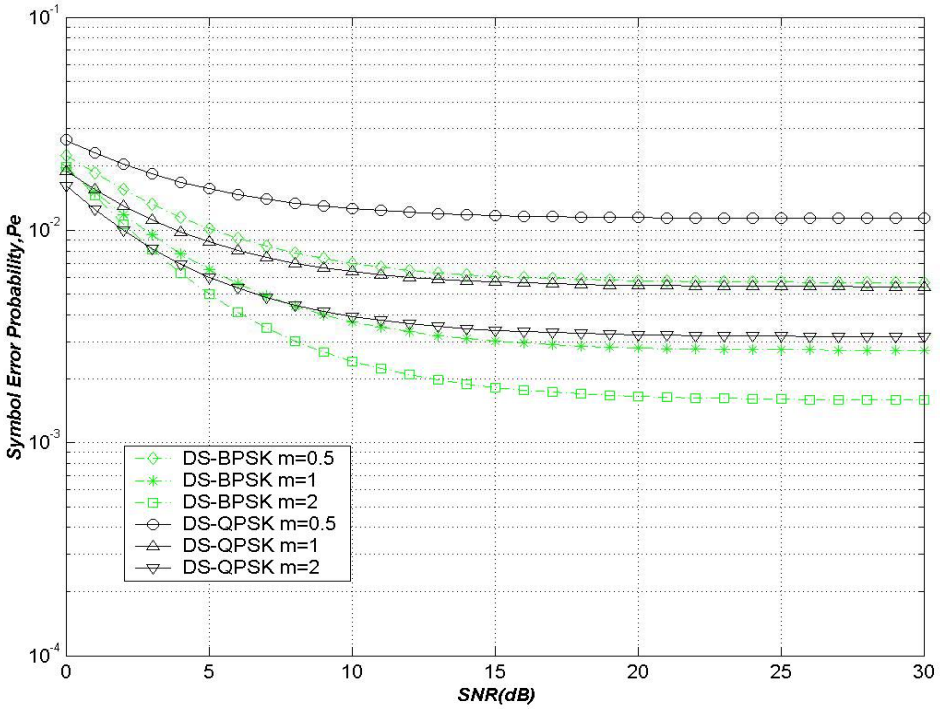
ดังรูปที่ 4.21 – 4.23 แสดงอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ของระบบโดยกำหนดให้อัตราการขยายประมวลผลเท่ากับ 127$(N = 127)$, อัตราการลดทอนของขนาดเท่ากับศูนย์ $(\delta = 0)$, จำนวนผู้ใช้งานในระบบเท่ากับ 30 $(K = 30)$ และทำการเปลี่ยนแปลงค่าสาขาเครื่องรับเรค (L) โดยกำหนดให้ค่าตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มมีค่าเท่ากับ 0.5, 1 และ 2 $(m = 0.5,\ 1,\ 2)$



รูปที่ 4.21 เปรียบเทียบอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ระหว่างระบบดีเอสบีพีเอสเคกับดีเอสคิวพีเอสเค เมื่อกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบเพิ่มขึ้นโดยกำหนดให้จำนวนสาขาเครื่องรับเรคเท่ากับ 2 $(L = 2)$



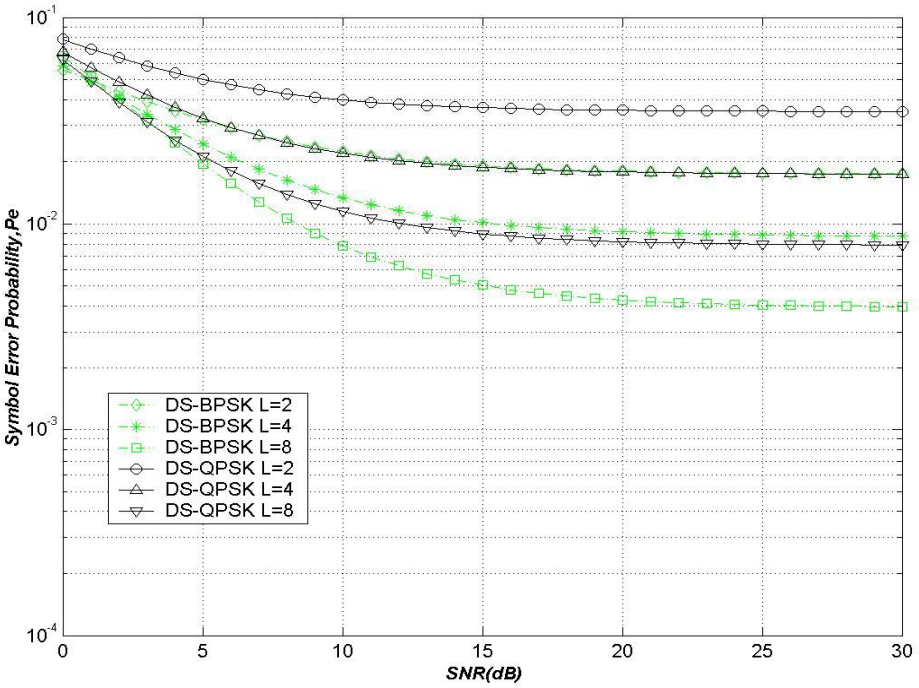
รูปที่ 4.22 เปรียบเทียบอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ระหว่างระบบดีเอสบีพีเอสเคกับดีเอสคิวพีเมื่อกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบเพิ่มขึ้นโดยกำหนดให้จำนวนสาขาเครื่องรับเรคเท่ากับ 4 $(L = 4)$



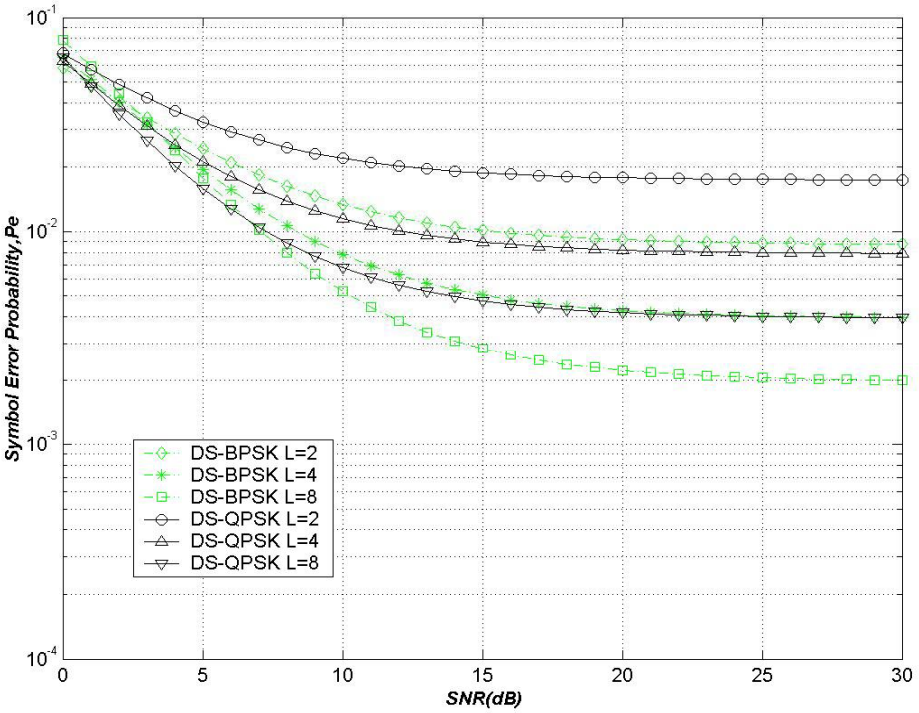
รูปที่ 4.23 เปรียบเทียบอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ระหว่างระบบดีเอสบีพีเอสเคกับดีเอสคิวพี เมื่อกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบเพิ่มขึ้น โดยกำหนดให้จำนวนสาขาเครื่องรับเรคเท่ากับ 6 $(L = 6)$

4.3.2 ผลของการเพิ่มจำนวนสาขาเครื่องรับเรค

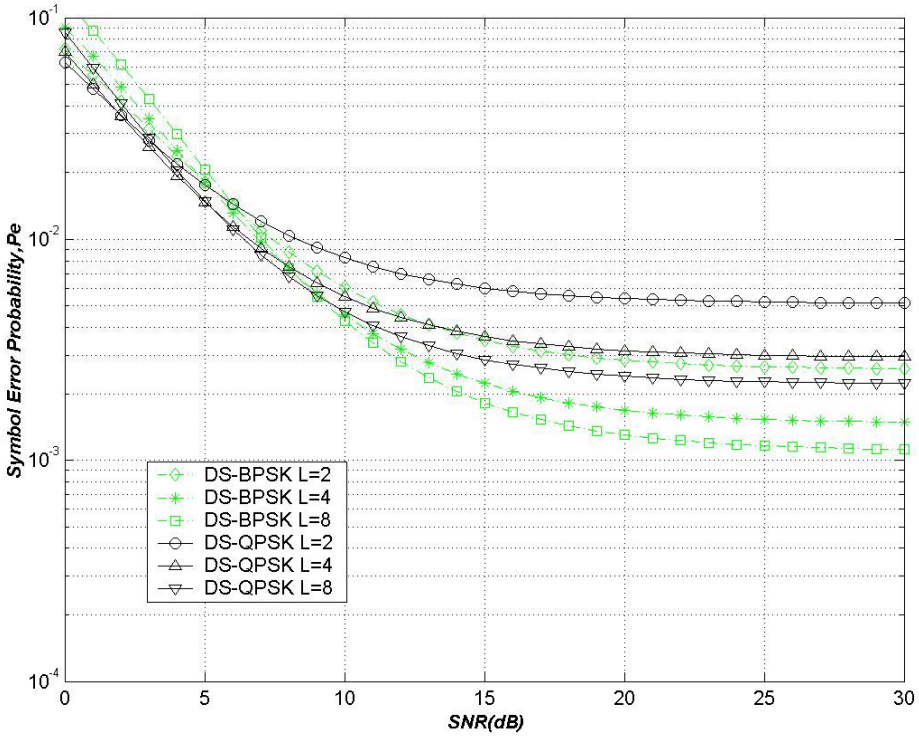
แสดงไว้ตั้งแต่รูปที่ 4.24 – 4.26 แสดงอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ของระบบ โดยกำหนดให้อัตราการขยายประมวลผลเท่ากับ $127\,(N = 127)$, อัตราการลดทอนของขนาดเท่ากับศูนย์ $(\delta = 0)$, จำนวนผู้ใช้งานในระบบเท่ากับ 30 $(K = 30)$ และทำการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม (m) โดยกำหนดให้จำนวนสาขาเครื่องรับเรคมีค่าเท่ากับ 2, 4 และ 8 $(L = 2,\ 4,\ 8)$



รูปที่ 4.24 เปรียบเทียบอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ระหว่างระบบดีเอสบีพีเอสเคกับดีเอสคิวพี เมื่อกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบเพิ่มขึ้น โดยกำหนดให้ตัวแปรเสริมเฟดดิงเอ็มเท่ากับ 0.5 ($m = 0.5$)



รูปที่ 4.25 เปรียบเทียบอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ระหว่างระบบดีเอสบีพีเอสเคกับดีเอสคิวพี เมื่อกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบเพิ่มขึ้น โดยกำหนดให้ตัวแปรเสริมเฟดดิงเอ็มเท่ากับ 1 ($m = 1$)

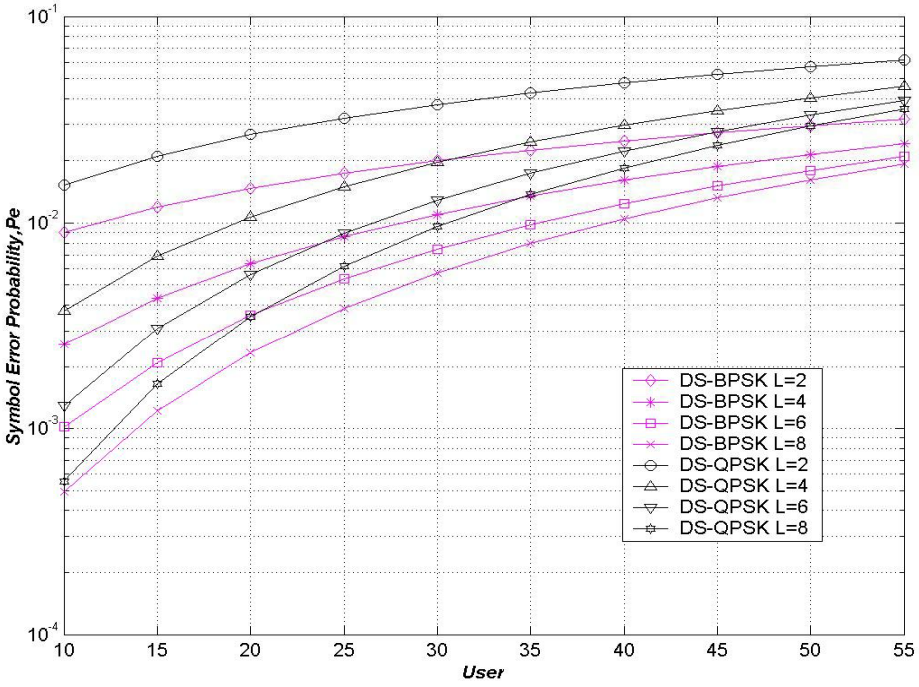


รูปที่ 4.26 เปรียบเทียบอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ระหว่างระบบดีเอสบีพีเอสเคกับดีเอสคิวพี เมื่อกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของระบบเพิ่มขึ้นโดยกำหนดให้ตัวแปรเสริมเฟดดิงเอ็มเท่ากับ 3 $(m = 3)$

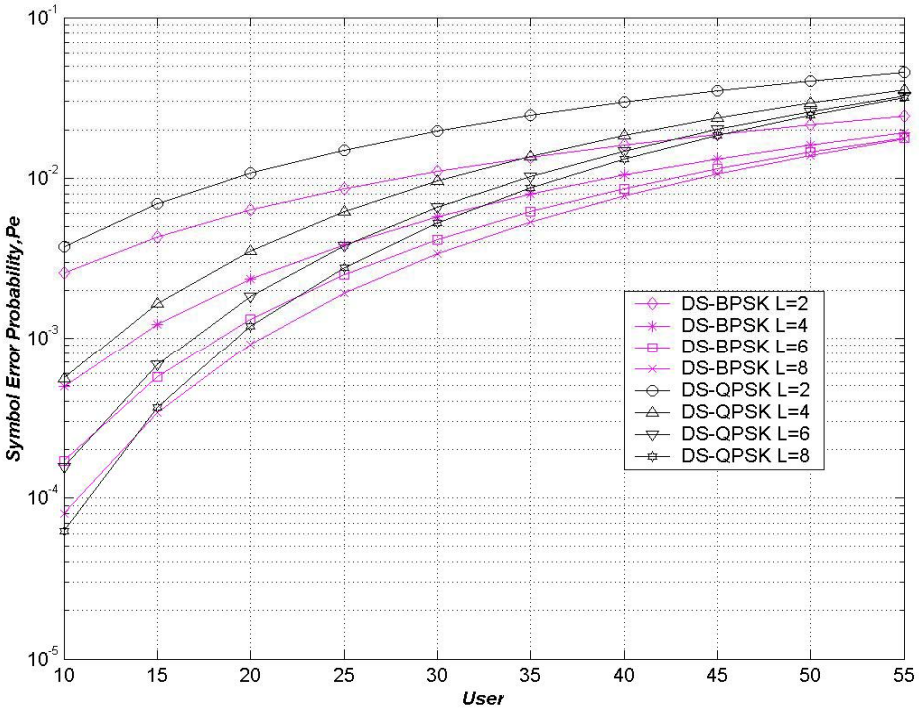
จากรูปที่ 4.21-4.26 แสดงให้เห็นว่าอัตราในการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอจะสูงกว่าแบบเดิม และจะยิ่งชัดเจนขึ้นเมื่อตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม และจำนวนสาขาของเครื่องรับเรคเพิ่มมากขึ้นมาก

4.3.3 ผลของการเพิ่มด้านจำนวนผู้ใช้งาน

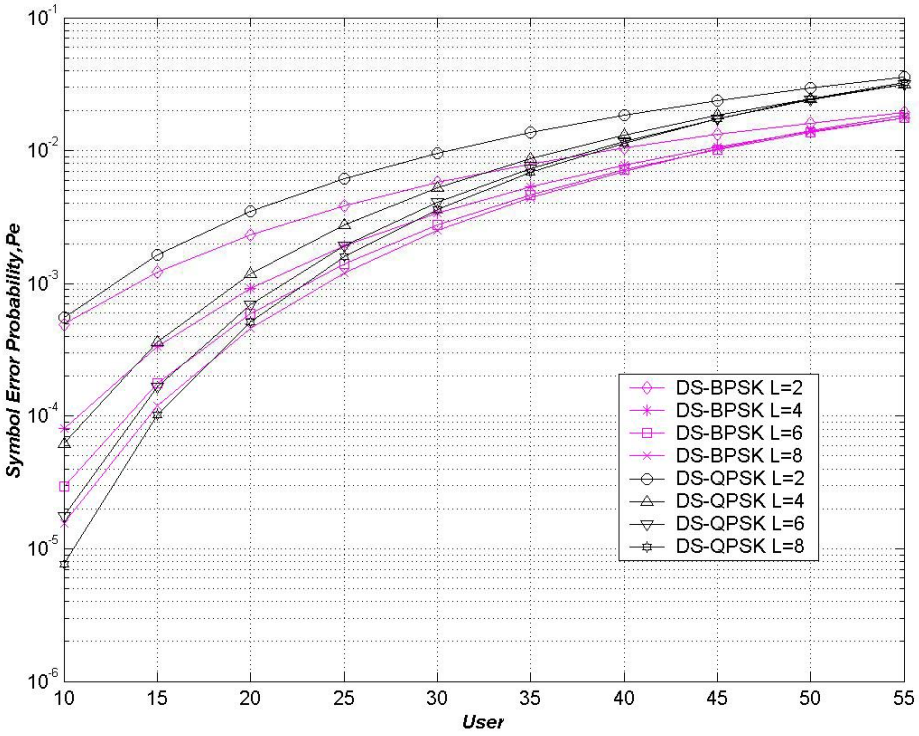
จากรูปที่ 4.27–4.29 แสดงให้เห็นการเปรียบเทียบอัตราในการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ กับระบบดีเอส-บีพีเอสเคซีดีเอ็มเอ โดยกำหนดให้อัตราการขยายประมวลผลเท่ากับ 127$(N = 127)$, อัตราการลดทอนของขนาดเท่ากับศูนย์ $(\delta = 0)$ และกำลังงานสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 30 $(SNR = 30)$ โดยทำการเปลี่ยนแปลงจำนวนสาขาเครื่องรับเรคและค่าตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็ม $(m = 0.5,\ 1,\ 2)$



รูปที่ 4.27 เปรียบเทียบอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ระหว่างระบบดีเอสบีพีเอสเคกับดีเอสคิวพี เมื่อจำนวนผู้ใช้งานในระบบเพิ่มขึ้น โดยค่าตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มเท่ากับ 0.5 ($m = 0.5$)



รูปที่ 4.28 เปรียบเทียบอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ระหว่างระบบดีเอสบีพีเอสเคกับดีเอสคิวพี เมื่อจำนวนผู้ใช้งานในระบบเพิ่มขึ้น โดยค่าตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มเท่ากับ 1 ($m = 1$)



รูปที่ 4.29 เปรียบเทียบอัตราการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ระหว่างระบบดีเอสบีพีเอสเคกับดีเอสคิวพีเอสเค เมื่อจำนวนผู้ใช้งานในระบบเพิ่มขึ้น โดยค่าตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มเท่ากับ 3 $(m = 3)$

จากรูปที่ 4.27 - 4.29 แสดงให้เห็นว่าอัตราในการเกิดความผิดพลาดสัญลักษณ์ของระบบดีเอส-คิวพีเอสเคซีดีเอ็มเอ ลดลงกว่าแบบเดิมเมื่อเทียบกับจำนวนผู้ใช้งานที่เท่ากัน และจะมีค่าลดลงจนเห็นได้ชัดเมื่อจำนวนสาขาของเครื่องรับเรค และตัวแปรเสริมเฟดดิงแบบนาคากามิเอ็มมีค่าเพิ่มขึ้น