

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
3.1	ความสัมพันธ์ของทิศทางลมกับความเร็วลมจากสถานีตรวจอากาศตอนเมือง ที่ คาบเวลากลับ 50 และ 100 ปี	10
3.2	แผนที่ความเร็วพื้นฐานเฉลี่ยในหนึ่งชั่วโมงที่ความสูง 10 เมตรในสภาพภูมิประเทศ โล่งสำหรับคาบเวลากลับ 10, 30, และ 100 ปี	12
3.3	ชั้นบาวดาร์เลเซอร์ที่อยู่ระหว่างผิวโลกกับความสูงเกรเดียนต์ และค่าของความเร็วลม ณ ความสูงจากพื้นดินที่ระดับใดๆ.....	14
3.4	ลักษณะความเร็วเฉลี่ย ตามลักษณะสภาพภูมิประเทศ.....	16
3.5	การเปลี่ยนแปลงการกระจายความเร็วลมเนื่องจากความขรุขระของพื้นผิวโลก.....	16
3.6	สภาพลักษณะของลมธรรมชาติในอุโมงค์ลม.....	20
3.7	(ต่อ) สภาพลักษณะของลมธรรมชาติในอุโมงค์ลม.....	20
3.8	สเปกตรัมของการแปรปรวนของความเร็วลมในทิศทางตามลม.....	21
3.9	ผลของค่าตัวเลขเรโนลด์ต่อโครงสร้างที่มีรูปทรงกลมมน.....	25
3.10	แนวการไหลของลมรอบวัตถุรูปทรงกลม.....	26
3.11	ลักษณะลมที่กระทำกับรูปทรงสี่เหลี่ยมด้านสั้น.....	28
3.12	การแยกตัวของลมบริเวณมุมของอาคาร การพัดผ่านของลมด้านข้างอาคารและการเกิด ลมผันผวนด้านหลังอาคาร.....	28
3.13	ผลกระทบของอัตราส่วนรูปร่างต่อค่าสัมประสิทธิ์ของแรงในแนวทิศทางลม.....	29
3.14	รูปทรงและขนาดของอาคารมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ของแรงในแนวทิศทางลม.....	29
3.15	ความสัมพันธ์ระหว่าง N กับลักษณะของการเปลี่ยนแปลงของฟังก์ชันความหนาแน่น ของค่าสูงสุดของการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบเกาส์เซียน.....	36
3.16	การทดสอบด้วยวิธี PPCC ของชุดข้อมูลกับทฤษฎีแจกแจงความน่าจะเป็น แบบแกมมา.....	39
4.1	อุโมงค์ลมที่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.....	41
4.2	แสดงลักษณะของอุโมงค์ลม.....	41
4.3	โครงการอาคารศูนย์พลังงานแห่งชาติ.....	45

4.4	แสดงการติดตั้ง spires และ roughness block ในอุโมงค์ลม.....	52
4.5	การเปลี่ยนแปลงตามเวลาของค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลม.....	53
4.6	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ยของแบบจำลองรูปทรงลูกบาศก์ 15×15×15 ซม. ที่ได้จากการทดสอบในอุโมงค์ลม.....	54
4.7	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ยของแบบจำลองรูปทรงลูกบาศก์ ที่ได้จากการ ทดสอบ Baines (1963).....	55
4.8	ขั้นตอน และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความดันลม.....	56
4.9	Spires และ Roughness Element ที่ใช้ในการจำลองสภาพลม.....	57
4.10	ความเร็วเฉลี่ยที่ระดับความสูงต่างๆในอุโมงค์ลม.....	57
4.11	สภาพความแปรปรวนของลมที่ระดับความสูงต่างๆในอุโมงค์ลม.....	58
4.12	สเปกตรัมของการแปรปรวนของความเร็วลมที่ระดับความสูงต่างๆในอุโมงค์ลม.....	59
4.13	รูปแปลนแสดงตำแหน่งของโครงการอาคารศูนย์พลังงานแห่งชาติ และอาคาร ข้างเคียงในรัศมี 200 เมตร และทิศทางลมของการทดสอบในอุโมงค์ลม.....	60
4.14	ตำแหน่งติดตั้งท่อส่งแรงดันของแบบจำลองอาคาร A ด้านข้าง.....	61
4.15	ตำแหน่งติดตั้งท่อส่งแรงดันของแบบจำลองอาคาร A ที่ระดับความสูง A ถึง G.....	62
4.16	ตำแหน่งติดตั้งท่อส่งแรงดันของแบบจำลองอาคาร A ที่ระดับหลังคา.....	63
4.17	ตำแหน่งติดตั้งท่อส่งแรงดันของแบบจำลองอาคาร B กับอาคาร C ด้านข้าง.....	63
4.18	ตำแหน่งติดตั้งท่อส่งแรงดันของแบบจำลองอาคาร B กับอาคาร C ที่ระดับความสูง A ถึง I.....	64
4.19	ตำแหน่งติดตั้งท่อส่งแรงดันของแบบจำลองอาคาร B กับอาคาร C ที่ระดับหลังคา.....	64
4.20	แบบจำลองโครงการอาคารศูนย์พลังงานแห่งชาติ และอาคารข้างเคียง.....	65
4.21	รูปขยายแบบจำลองโครงการอาคารศูนย์พลังงานแห่งชาติ.....	65
4.22	รูปขยายแบบจำลองอาคาร A.....	66
4.23	รูปขยายแบบจำลองอาคาร B กับอาคาร C.....	66
5.1	วิธีการ และขั้นตอนของวิธี standard translation processes approach.....	76
5.2	แสดงวิธีการคำนวณ standard translation processes approach.....	77
5.3	ขนาดของอาคาร.....	78
5.4	หน่วยแรงลมภายนอก หน่วยแรงลมภายใน และหน่วยแรงลมสุทธิ ด้านต้นลมและท้ายลม.....	82

5.5	รูปด้านบนของอาคาร.....	85
6.1	การวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมสูงสุด โดยวิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบที่ 1 ที่ตำแหน่ง C32 ของอาคารA.....	98
6.2	การวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมสูงสุด โดยวิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบที่ 1 ที่ตำแหน่ง A28 ของอาคารA.....	98
6.3	การวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมสูงสุด โดยวิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบทั่วไป ที่ตำแหน่ง E04 ของอาคารA.....	99
6.4	การวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมสูงสุด โดยวิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบที่ 1 ที่ตำแหน่ง C37 ของอาคารA.....	99
6.5	การเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมตามเวลา ที่ตำแหน่ง H10 ของอาคาร B กับ อาคาร C.....	100
6.6	เปรียบเทียบฟังก์ชันแจกแจงสะสมของค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลม ที่ได้จากการ ทดสอบในอุโมงค์ลมกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธีพิจารณาการกระจาย ตัวของข้อมูลแบบเกาส์เซียน ที่ตำแหน่ง H10 ของอาคาร B กับ อาคาร C.....	100
6.7	การเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมตามเวลา ที่ตำแหน่ง E20 ของอาคาร A.....	101
6.8	เปรียบเทียบฟังก์ชันแจกแจงสะสมของค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลม ที่ได้จากการ ทดสอบในอุโมงค์ลมกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธีพิจารณาการกระจาย ตัวของข้อมูลแบบแกมมา ที่ตำแหน่ง E20 ของอาคาร A.....	101
6.9	การเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมตามเวลา ที่ตำแหน่ง A31 ของอาคาร A.....	102
6.10	เปรียบเทียบฟังก์ชันแจกแจงสะสมของค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลม ที่ได้จากการ ทดสอบในอุโมงค์ลมกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธีพิจารณาการกระจาย ตัวของข้อมูลแบบเกาส์เซียน และแบบแกมมา ที่ตำแหน่ง E20 ของอาคาร A.....	102
6.11	ฟังก์ชันความหนาแน่นของโอกาสเป็นไปได้ของค่าเปอร์เซ็นต์ผลต่าง โดยวิธีกระจายตัวค่าปลายสุดแบบที่ 1 ของอาคาร A	103
6.12	ฟังก์ชันความหนาแน่นของโอกาสเป็นไปได้ของค่าเปอร์เซ็นต์ผลต่าง โดยวิธีกระจายตัวค่าปลายสุดแบบที่ 1 ของอาคาร B กับอาคาร C.....	104

6.13	ฟังก์ชันความหนาแน่นของโอกาสเป็นไปได้ของค่าเปอร์เซ็นต์ผลต่าง โดยวิธีกระจายตัวค่าปลายสุดแบบทั่วไป ของอาคาร A	105
6.14	ฟังก์ชันความหนาแน่นของโอกาสเป็นไปได้ของค่าเปอร์เซ็นต์ผลต่าง โดยวิธีกระจายตัวค่าปลายสุดแบบทั่วไป ของอาคาร B กับอาคาร C.....	106
6.15	ฟังก์ชันความหนาแน่นของโอกาสเป็นไปได้ของค่าเปอร์เซ็นต์ผลต่าง โดยวิธีพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลของอาคาร A.....	107
6.16	ฟังก์ชันความหนาแน่นของโอกาสเป็นไปได้ของค่าเปอร์เซ็นต์ผลต่าง โดยวิธีพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลของอาคาร B กับอาคาร C.....	108
6.18	ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับด้านหน้าของอาคาร A เมื่อลมกระทำ ในทิศทางตั้งฉากกับด้านหน้า (ทิศทางลม 0 องศา)	109
6.19	ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน A-A ของอาคาร B กับ อาคาร C (ทิศทางลม 0 องศา).....	110
6.20	ค่าหน่วยแรงดันลมสูงสุดที่ด้านหน้าของอาคาร A	111
6.21	ค่าหน่วยแรงดันลมสูงสุดที่ด้านหลังของอาคาร A	112
6.22	ค่าหน่วยแรงลมดูดสูงสุดที่ด้านหน้าของอาคาร A	113
6.23	ค่าหน่วยแรงลมดูดสูงสุดที่ด้านหลังของอาคาร A	114
6.24	ค่าหน่วยแรงดันลมสูงสุด สำหรับมุมมองด้าน A-A ของอาคาร B กับอาคาร C	115
6.25	ค่าหน่วยแรงดันลมสูงสุด สำหรับมุมมองด้าน C-C ของอาคาร B กับอาคาร C	116
6.26	ค่าหน่วยแรงดันลมสูงสุด สำหรับมุมมองด้าน D-D ของอาคาร B กับอาคาร C	117
6.27	ค่าหน่วยแรงดันลมสูงสุด สำหรับมุมมองด้าน B-B ของอาคาร B กับอาคาร C	118
6.28	ค่าหน่วยแรงลมดูดสูงสุด สำหรับมุมมองด้าน A-A ของอาคาร B กับอาคาร C	119
6.29	ค่าหน่วยแรงลมดูดสูงสุด สำหรับมุมมองด้าน C-C ของอาคาร B กับอาคาร C	120
6.30	ค่าหน่วยแรงลมดูดสูงสุด สำหรับมุมมองด้าน D-D ของอาคาร B กับอาคาร C	121
6.31	ค่าหน่วยแรงลมดูดสูงสุด สำหรับมุมมองด้าน B-B ของอาคาร B กับอาคาร C	122
6.32	เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าหน่วยแรงดันลมสูงสุดจากการทดสอบกับค่าที่ ได้จากมาตรฐาน มยผ.1311-50 สำหรับมุมมองด้าน A-A ของอาคาร B กับอาคาร C.....	123
6.33	เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าหน่วยแรงดันลมสูงสุดจากการทดสอบกับค่าที่ ได้จากมาตรฐาน มยผ.1311-50 สำหรับมุมมองด้าน C-C ของอาคาร B กับอาคาร C....	124

ก.4-2	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับอาคารด้านหลัง A เมื่อลมกระทำในทิศทาง 270 องศา.....	182
ข.1-1	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน A-A ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 0 องศา)	184
ข.1-2	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน C-C ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 0 องศา)	185
ข.1-3	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน D-D ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 0 องศา)	186
ข.1-4	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน B-B ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 0 องศา)	187
ข.2-1	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน A-A ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 90 องศา)	188
ข.2-2	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน C-C ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 90 องศา)	189
ข.2-3	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน D-D ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 90 องศา)	190
ข.2-4	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน B-B ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 90 องศา)	191
ข.3-1	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน A-A ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 180 องศา)	192
ข.3-2	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน C-C ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 180 องศา)	193
ข.3-3	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน D-D ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 180 องศา)	194
ข.3-4	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน B-B ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 180 องศา)	195
ข.4-1	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน A-A ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 270 องศา)	196

ข.4-2	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน C-C ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 270 องศา)	197
ข.4-3	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน D-D ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 270 องศา)	198
ข.4-4	ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมเฉลี่ย สำหรับมุมมองด้าน B-B ของอาคาร B กับอาคาร C (ทิศทางลม 270 องศา)	199
ฉ.1	เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าหน่วยแรงดันลมสูงสุดจากการทดสอบ กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบที่ 1 วิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบทั่วไป และวิธีพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูล ของอาคาร A ที่ระดับความสูง AA	233
ฉ.2	เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าหน่วยแรงดันลมสูงสุดจากการทดสอบ กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบที่ 1 วิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบทั่วไป และวิธีพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูล ของอาคาร A ที่ระดับความสูง A	234
ฉ.3	เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าหน่วยแรงดันลมสูงสุดจากการทดสอบ กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบที่ 1 วิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบทั่วไป และวิธีพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูล ของอาคาร A ที่ระดับความสูง B.....	235
ฉ.4	เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าหน่วยแรงดันลมสูงสุดจากการทดสอบ กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบที่ 1 วิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบทั่วไป และวิธีพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูล ของอาคาร A ที่ระดับความสูง C	236
ฉ.5	เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าหน่วยแรงดันลมสูงสุดจากการทดสอบ กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบที่ 1 วิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบทั่วไป และวิธีพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูล ของอาคาร A ที่ระดับความสูง D.....	237

- ฉ.34 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าหน่วยแรงลมจุดสูงสุดจากการทดสอบ กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบที่ 1 วิธีการกระจายตัวค่าปลายสุดแบบทั่วไป และวิธีพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูล ของอาคาร BกับอาคารC ที่ระดับความสูง I..... 266