

# สารบัญ

## คำนำ

<b>บทที่ 1</b>	<b>ความรู้เบื้องต้น</b>	<b>1</b>
1.1	การแก้ปัญหาทางวิศวกรรม	1
1.1.1	องค์ประกอบของปัญหา	2
1.1.2	วิธีการแก้เพื่อหาผลลัพธ์	3
1.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	4
1.2.1	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์คืออะไร	4
1.2.2	ขั้นตอนในวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	5
1.3	ซอฟต์แวร์ SimLab	7
1.3.1	หน้าจอและแถบเครื่องมือ	8
1.3.2	ลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์	9
1.4	ประโยชน์ของวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	10
<b>บทที่ 2</b>	<b>การวิเคราะห์วัสดุท่อน</b>	<b>13</b>
2.1	สมการพื้นฐาน	13
2.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	13
2.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	14
2.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	15
2.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	15
2.2.2	ชนิดของเอลิเมนต์	15
2.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	17
2.3.1	ปัญหาโครงสร้าง 1 มิติ	17
2.3.2	ปัญหาโครงสร้าง 2 วัสดุท่อน	26

2.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	31
2.4.1	ปัญหาโครงสร้าง 21 วัสดุท่อน	31
<b>บทที่ 3</b>	<b>การวิเคราะห์คานและโครงสร้าง</b>	<b>33</b>
3.1	สมการพื้นฐาน	34
3.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	34
3.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	34
3.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	35
3.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	35
3.2.2	ชนิดของเอลิเมนต์	36
3.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	37
3.3.1	ปัญหาโครงสร้างคาน 2 ท่อน	37
3.3.2	ปัญหาโครงสร้างคาน 21 ท่อน	43
3.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	45
3.4.1	ปัญหาโครงสร้างรถแข่งใน 3 มิติ	45
<b>บทที่ 4</b>	<b>การวิเคราะห์ความยืดหยุ่นใน 2 มิติ</b>	<b>49</b>
4.1	สมการพื้นฐาน	49
4.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	49
4.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	50
4.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	51
4.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	51
4.2.2	ชนิดของเอลิเมนต์	51
4.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	54
4.3.1	ปัญหาแผ่นบางมีรูกลมตรงกลาง	54
4.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	61
4.4.1	ปัญหาความแข็งแรงของล้อพื้นเฟือง	61

<b>บทที่ 5</b>	<b>การวิเคราะห์แผ่นบาง</b>	<b>65</b>
5.1	สมการพื้นฐาน	65
5.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	65
5.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	66
5.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	67
5.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	67
5.2.2	ชนิดของเอลิเมนต์	68
5.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	69
5.3.1	ปัญหาการโค้งของแผ่นบาง	69
5.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	76
5.4.1	ปัญหาความแข็งแรงเหล็กฉากชั้นวางของ	76
<b>บทที่ 6</b>	<b>การวิเคราะห์ความยืดหยุ่นใน 3 มิติ</b>	<b>79</b>
6.1	สมการพื้นฐาน	79
6.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	79
6.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	80
6.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	81
6.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	81
6.2.2	ชนิดของเอลิเมนต์	82
6.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	84
6.3.1	ปัญหาชิ้นงาน 3 มิติ	84
6.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	91
6.4.1	ปัญหาความแข็งแรงของชิ้นส่วนในปีกเครื่องบิน	91
<b>บทที่ 7</b>	<b>การวิเคราะห์โหมด</b>	<b>97</b>
7.1	สมการพื้นฐาน	97
7.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	97
7.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	99

7.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	100
7.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	100
7.2.2	ชนิดของเอลิเมนต์	101
7.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	102
7.3.1	ปัญหาการสั่นของแผ่นบาง	102
7.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	108
7.4.1	ปัญหาความถี่ของการสั่นในโครงสร้างรถยนต์	108
<b>บทที่ 8</b>	<b>การวิเคราะห์รูปร่างแบบไม่เชิงเส้น</b>	<b>111</b>
8.1	สมการพื้นฐาน	112
8.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	112
8.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	112
8.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	113
8.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	113
8.2.2	ขั้นตอนการคำนวณ	114
8.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	116
8.3.1	ปัญหาคานยื่นรับแรงในแนวตั้ง	116
8.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	122
8.4.1	ปัญหาการยึดตัวมากของคอยล์สปริง	122
<b>บทที่ 9</b>	<b>การวิเคราะห์วัสดุแบบไม่เชิงเส้น</b>	<b>125</b>
9.1	สมการพื้นฐาน	126
9.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	126
9.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	127
9.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	129
9.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	129
9.2.2	ขั้นตอนการคำนวณ	130

9.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	131
9.3.1	ปัญหาคานยื่นรับแรงในแนวตั้ง	131
9.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	138
9.4.1	ปัญหาความไม่เชิงเส้นของวัสดุแผ่นยึด	138
<b>บทที่ 10</b>	<b>การวิเคราะห์ปัญหาความร้อน</b>	<b>141</b>
10.1	สมการพื้นฐาน	142
10.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	142
10.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	143
10.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	144
10.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	144
10.2.2	ชนิดของเอลิเมนต์	145
10.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	148
10.3.	อุณหภูมิในแผ่นโลหะ	148
10.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	154
10.4.1	อุณหภูมิในลูกสูบสันดาปภายใน	154
<b>บทที่ 11</b>	<b>การวิเคราะห์ความเค้นจากอุณหภูมิ</b>	<b>157</b>
11.1	สมการพื้นฐาน	158
11.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	158
11.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	159
11.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	160
11.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	160
11.2.2	ชนิดของเอลิเมนต์	161
11.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	162
11.3.1	ปัญหาความเค้นจากอุณหภูมิในแผ่นบาง	162
11.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	174
11.4.1	ความเค้นเนื่องจากความร้อนในลูกสูบสันดาปภายใน	174

<b>บทที่ 12 การวิเคราะห์ปัญหาการไหล</b>	<b>179</b>
12.1 สมการพื้นฐาน	180
12.1.1 สมการเชิงอนุพันธ์	180
12.1.2 เงื่อนไขขอบเขต	181
12.2 วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	182
12.2.1 ฟังก์ชันการประมาณภายใน	182
12.2.2 สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	183
12.3 ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	185
12.3.1 ปัญหาการไหลหมุนวนในช่องสี่เหลี่ยม	185
12.4 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	191
12.4.1 ปัญหาการไหลของน้ำในระบบท่อ	191
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>195</b>
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>197</b>
<b>ประวัติผู้แต่ง</b>	<b>205</b>