

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2531. ข้อกำหนดการออกแบบสายส่ง 230 เควี โครงการ
ประจวบคีรีขันธ์-สุราษฎร์ธานี และสระบุรี2-นครราชสีมา2. Report no.34103-RD01/88.
กรุงเทพมหานคร : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.
- ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์. 2536. การวิเคราะห์โครงสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร :
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.
- สมลรัตน์ รัตนสุภากร. 2539. การเปรียบเทียบข้อกำหนดการออกแบบและวิธีการวิเคราะห์เพื่อ
ออกแบบเสาส่งไฟฟ้าในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- American Society of Civil Engineers. 1967. Electrical transmission line and tower design
guide. Journal of the Structural Division : Proceedings of the American Society of
Civil Engineers 93-ST4 : 245-282.
- _____. 1971. Guide for design of steel transmission towers , Manuals and reports on
engineering practice - no.52. New York : ASCE.
- _____. 1982. Loading for electrical transmission structures. Journal of the Structural
Division : Proceedings of the American Society of Civil Engineers 108-ST5 : 1088-
1105.
- _____. 1984. Guidelines for transmission line structural loading. New York : ASCE.
- _____. 1988. Guide for design of steel transmission towers (2nd. ed.). New York : ASCE.
- _____. 1991. Guidelines for electrical transmission line structural loading , Manuals and
reports on engineering practice - no.74. New York : ASCE.

- Arthur, N.L., Sawyer, D.A. and Grinter, L.E. 1964. Vibration of towers as related to wind pulses. Journal of the Structural Division : Proceedings of the American Society of Civil Engineers 90-5 : 137-160.
- Basu, P.K. and Gould, P.L. 1980. Cooling towers using measured wind data. Journal of the Structural Division : Proceedings of the American Society of Civil Engineers 106 : 579-600.
- Charles, F.B. and Max, Z. 1966. Computer analysis of tower verified by testing. Journal of the Structural Division : Proceedings of the American Society of Civil Engineers 92-ST6 : 361-384.
- Clough, R.W., Penzien, J. 1993. Dynamics of structures (2nd. ed.). Singapore : McGraw-Hill Book Co.
- Cook, R.D., Malkus, D.S. and Plesha, M.E. 1989. Concepts applications of finite element analysis (3rd. ed.). New York : John Wiley.
- Davenport, A.G. 1962. The response of slender, line - like structures to a gusty wind . Proceedings Institution of Civil Engineers 23 : 389-408.
- Davenport, A.G. 1967. Gust loading factors. Journal of the Structural Division : Proceedings of the American Society of Civil Engineers 93 : 11-35.
- Davenport, A.G. and Sparling, B.F. 1992. Dynamic gust response factor guyed towers. Journal of Engineering and Industrial Aerodynamics 41-44 : 2237-2248.
- Davenport, A.G., Ho, T.C.E., and Surry, D. 1995. Probability based wind loadings for the design on transmission line structures : Part B - Guidelines for the determination of wind loads for the transmission line design. CU \ CE \ EVR 1995.002. Bangkok : Chulalongkorn University and The University of Western Ontario.
- Davenport, A.G., Lukkunaprasit, P., Mikić, M., Ho, T.C.E., and Surry, D. 1994. The design of transmission line towers for wind in Thailand. Draft No.3.
- IEEE. 1977. Loading and strength of transmission system : Part 3 - Designing for wind loads By the Subgroup on Loadings and Strength of Transmission Line System. IEEE Winter Power Meeting. Paper no. A77 229-8.

- Kempner, A.M., Richard, C.S. and Strether, S. 1981. Transmission line dynamic / static structural testing. Journal of the Structural Division : Proceedings of the American Society of Civil Engineers 107-10 : 1895-1906.
- Lo, D.L.C., Morcos, A., and Goel, S.K. 1975. Use of computer in transmission tower design. Journal of the Structural Division : Proceedings of the American Society of Civil Engineers 101-ST7 : 1443-1453.
- Melbourne, W.H. 1982 Wind tunnel blockage effects and corrections. Proceedings of International Workshop on Wind Tunnel Modelling Criteria and Techniques in Civil Engineering Applications, Gaithersburg, Cambridge University Press :197-216
- Mikitiuk, M., Surry, D., Lukkunaprasit, P., and Eursiriwan, N. 1995. Probability based wind loadings for the design on transmission line structures : Part A -A study of wind climate for Thailand. CU \ CE \ EVR 1995.001. Bangkok : Chulalongkorn University and The University of Western Ontario.
- Roy, S., Fang, S.J., and Rossow, E.C. 1984. Secondary stresses on transmission tower structures. Journal of Energy Engineering : ASCE 110-2 : 157-172.
- Wilson, E.L. 1992. Structural Analysis Programs : SAP90 P5.40 [Computer program]. Berkeley, CA : University of California, Berkeley.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

โคออร์ดิเนตของจุดต่อเอเลเมนต์ในแบบจำลอง

จุดต่อ เอเลเมนต์	โคออร์ดิเนตของจุดต่อเอเลเมนต์ (ม.)			หมายเหตุ
	X	Y	Z	
1	0.000	3.750	37.180	
2	0.000	-3.750	37.180	
3	0.000	0.000	34.900	
4	0.000	4.300	33.400	
5	0.000	-4.300	33.400	
6	0.000	0.725	33.400	
7	0.000	-0.725	33.400	
8	0.725	0.725	33.400	
9	0.725	-0.725	33.400	
10	-0.725	0.725	33.400	
11	-0.725	-0.725	33.400	
12	0.725	0.725	32.608	
13	0.725	-0.725	32.608	
14	-0.725	0.725	32.608	
15	-0.725	-0.725	32.608	
16	0.725	0.725	31.817	
17	0.725	-0.725	31.817	
18	-0.725	0.725	31.817	
19	-0.725	-0.725	31.817	
20	0.725	0.725	31.025	
21	0.725	-0.725	31.025	
22	-0.725	0.725	31.025	
23	-0.725	-0.725	31.025	
24	0.725	0.725	30.233	
25	0.725	-0.725	30.233	
26	-0.725	0.725	30.233	
27	-0.725	-0.725	30.233	
28	0.725	0.725	29.442	
29	0.725	-0.725	29.442	
30	-0.725	0.725	29.442	
31	-0.725	-0.725	29.442	
32	0.725	0.725	28.650	
33	0.725	-0.725	28.650	

จุดต่อ เอลเมนต์	โคออร์ดิเนตของจุดต่อเอลเมนต์ (ม.)			หมายเหตุ
	X	Y	Z	
34	-0.725	0.725	28.650	
35	-0.725	-0.725	28.650	
36	0.725	0.000	28.650	
37	-0.725	0.000	28.650	
38	0.000	0.725	28.650	
39	0.000	-0.725	28.650	
40	0.000	4.300	27.400	
41	0.000	-4.300	27.400	
42	0.000	0.725	27.400	
43	0.000	-0.725	27.400	
44	0.725	0.725	27.400	
45	0.725	-0.725	27.400	
46	-0.725	0.725	27.400	
47	-0.725	-0.725	27.400	
48	0.725	0.725	26.608	
49	0.725	-0.725	26.608	
50	-0.725	0.725	26.608	
51	-0.725	-0.725	26.608	
52	0.725	0.725	25.817	
53	0.725	-0.725	25.817	
54	-0.725	0.725	25.817	
55	-0.725	-0.725	25.817	
56	0.725	0.725	25.025	
57	0.725	-0.725	25.025	
58	-0.725	0.725	25.025	
59	-0.725	-0.725	25.025	
60	0.725	0.725	24.233	
61	0.725	-0.725	24.233	
62	-0.725	0.725	24.233	
63	-0.725	-0.725	24.233	
64	0.725	0.725	23.441	
65	0.725	-0.725	23.441	
66	-0.725	0.725	23.441	
67	-0.725	-0.725	23.441	
68	0.725	0.725	22.650	

จุดต่อ เอลเมนต์	โคออร์ดิเนตของจุดต่อเอลเมนต์ (ม.)			หมายเหตุ
	X	Y	Z	
69	0.725	-0.725	22.650	
70	-0.725	0.725	22.650	
71	-0.725	-0.725	22.650	
72	0.725	0.000	22.650	
73	-0.725	0.000	22.650	
74	0.000	0.725	22.650	
75	0.000	-0.725	22.650	
76	0.000	4.600	21.400	
77	0.000	-4.600	21.400	
78	0.000	0.725	21.400	
79	0.000	-0.725	21.400	
80	0.725	0.725	21.400	
81	0.725	-0.725	21.400	
82	-0.725	0.725	21.400	
83	-0.725	-0.725	21.400	
84	0.821	0.821	20.450	
85	0.821	-0.821	20.450	
86	-0.821	0.821	20.450	
87	-0.821	-0.821	20.450	
88	0.917	0.917	19.500	
89	0.917	-0.917	19.500	
90	-0.917	0.917	19.500	
91	-0.917	-0.917	19.500	
92	1.018	1.018	18.500	
93	1.018	-1.018	18.500	
94	-1.018	1.018	18.500	
95	-1.018	-1.018	18.500	
96	1.124	1.124	17.450	
97	1.124	-1.124	17.450	
98	-1.124	1.124	17.450	
99	-1.124	-1.124	17.450	
100	1.230	1.230	16.400	
101	1.230	-1.230	16.400	
102	-1.230	1.230	16.400	
103	-1.230	-1.230	16.400	

จุดต่อ เอลเมนต์	โคออร์ดิเนตของจุดต่อเอลเมนต์ (ม.)			หมายเหตุ
	X	Y	Z	
104	1.381	1.381	14.900	
105	1.381	-1.381	14.900	
106	-1.381	1.381	14.900	
107	-1.381	-1.381	14.900	
108	1.533	1.533	13.400	
109	1.533	-1.533	13.400	
110	-1.533	1.533	13.400	
111	-1.533	-1.533	13.400	
112	1.684	1.684	11.900	
113	1.684	-1.684	11.900	
114	-1.684	1.684	11.900	
115	-1.684	-1.684	11.900	
116	1.836	1.836	10.400	
117	1.836	-1.836	10.400	
118	-1.836	1.836	10.400	
119	-1.836	-1.836	10.400	
120	1.987	1.987	8.900	
121	1.987	-1.987	8.900	
122	-1.987	1.987	8.900	
123	-1.987	-1.987	8.900	
124	2.143	2.143	7.350	
125	2.143	-2.143	7.350	
126	-2.143	2.143	7.350	
127	-2.143	-2.143	7.350	
128	2.143	0.000	7.350	
129	-2.143	0.000	7.350	
130	0.000	2.143	7.350	
131	0.000	-2.143	7.350	
132	2.517	2.517	3.650	
133	2.517	-2.517	3.650	
134	-2.517	2.517	3.650	
135	-2.517	-2.517	3.650	
136	2.885	2.885	0.000	
137	2.885	-2.885	0.000	
138	-2.885	2.885	0.000	

จุดต่อ เอเลเมนต์	โคออร์ดิเนตของจุดต่อเอเลเมนต์ (ม.)			หมายเหตุ
	X	Y	Z	
139	-2.885	-2.885	0.000	
140	2.885	0.000	0.000	
141	-2.885	0.000	0.000	
142	0.000	2.885	0.000	
143	0.000	-2.885	0.000	
144	3.793	3.793	-9.000	
145	3.793	-3.793	-9.000	
146	-3.793	3.793	-9.000	
147	-3.793	-3.793	-9.000	
148	3.844	3.844	-9.500	S
149	3.844	-3.844	-9.500	S
150	-3.844	3.844	-9.500	S
151	-3.844	-3.844	-9.500	S

หมายเหตุ : S หมายถึง เป็นจุดรองรับแบบยึดแน่น

ศูนย์วิทยพัชกร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

การเชื่อมต่อจุดและความยาวของชั้นส่วน

ชั้นส่วนที่	การเชื่อมต่อจุด		ความยาว (เมตร)	ชนิดของ ชั้นส่วน	หมายเหตุ
	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย			
1	1	3	4.39	6	
2	2	3	4.39	6	
3	1	8	4.90	5	
4	2	9	4.90	5	
5	1	10	4.90	5	
6	2	11	4.90	5	
7	3	8	1.82	11	
8	3	9	1.82	11	
9	3	10	1.82	11	
10	3	11	1.82	11	
11	3	4	4.55	1	
12	3	5	4.55	1	
13	4	8	3.65	5	
14	5	9	3.65	5	
15	4	10	3.65	5	
16	5	11	3.65	5	
17	8	9	1.45	4	
18	10	11	1.45	4	
19	6	8	0.73	1	
20	7	9	0.73	1	
21	6	10	0.73	1	
22	7	11	0.73	1	
23	9	10	2.05	1	
24	8	11	2.05	1	
25	8	12	0.79	7	
26	12	16	0.79	7	
27	16	20	0.79	7	
28	20	24	0.79	7	
29	24	28	0.79	7	
30	28	32	0.79	7	
31	9	13	0.79	7	
32	13	17	0.79	7	

ชั้นส่วนที่	การเชื่อมต่อจุด		ความยาว (เมตร)	ชนิดของ ชั้นส่วน	หมายเหตุ
	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย			
33	17	21	0.79	7	
34	21	25	0.79	7	
35	25	29	0.79	7	
36	29	33	0.79	7	
37	10	14	0.79	7	
38	14	18	0.79	7	
39	18	22	0.79	7	
40	22	26	0.79	7	
41	26	30	0.79	7	
42	30	34	0.79	7	
43	11	15	0.79	7	
44	15	19	0.79	7	
45	19	23	0.79	7	
46	23	27	0.79	7	
47	27	31	0.79	7	
48	31	35	0.79	7	
49	9	16	2.15	2	
50	17	24	2.15	2	
51	25	32	2.15	2	
52	8	17	2.15	2	
53	16	25	2.15	2	
54	24	33	2.15	2	
55	11	18	2.15	2	
56	19	26	2.15	2	
57	27	34	2.15	2	
58	10	19	2.15	2	
59	18	27	2.15	2	
60	26	35	2.15	2	
61	6	12	1.07	1	
62	14	20	2.15	1	
63	22	28	2.15	1	
64	30	38	1.07	1	
65	7	13	1.07	1	
66	15	21	2.15	1	
67	23	29	2.15	1	

ชั้นสวนที่	การเชื่อมต่อจุด		ความยาว (เมตร)	ชนิดของ ชั้นสวน	หมายเหตุ
	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย			
68	31	39	1.07	1	
69	6	14	1.07	1	
70	12	22	2.15	1	
71	20	30	2.15	1	
72	28	38	1.07	1	
73	7	15	1.07	1	
74	13	23	2.15	1	
75	21	31	2.15	1	
76	29	39	1.07	1	
77	32	36	0.73	1	
78	33	36	0.73	1	
79	34	37	0.73	1	
80	35	37	0.73	1	
81	32	38	0.73	1	
82	33	39	0.73	1	
83	34	38	0.73	1	
84	35	39	0.73	1	
85	36	44	1.45	4	
86	36	45	1.45	4	
87	37	46	1.45	4	
88	37	47	1.45	4	
89	38	44	1.45	4	
90	39	45	1.45	4	
91	38	46	1.45	4	
92	39	47	1.45	4	
93	32	44	1.25	7	
94	33	45	1.25	7	
95	34	46	1.25	7	
96	35	47	1.25	7	
97	32	40	3.86	1	
98	33	41	3.86	1	
99	40	44	3.65	5	
100	41	45	3.65	5	
101	40	46	3.65	5	
102	41	47	3.65	5	

ชั้นส่วนที่	การเชื่อมต่อจุด		ความยาว (เมตร)	ชนิดของ ชั้นส่วน	หมายเหตุ
	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย			
103	44	45	1.45	4	
104	46	47	1.45	4	
105	42	44	0.73	1	
106	43	45	0.73	1	
107	42	46	0.73	1	
108	43	47	0.73	1	
109	45	46	2.05	1	
110	44	47	2.05	1	
111	44	48	0.79	8	
112	48	52	0.79	8	
113	52	56	0.79	8	
114	56	60	0.79	8	
115	60	64	0.79	8	
116	64	68	0.79	8	
117	45	49	0.79	8	
118	49	53	0.79	8	
119	53	57	0.79	8	
120	57	61	0.79	8	
121	61	65	0.79	8	
122	65	69	0.79	8	
123	46	50	0.79	8	
124	50	54	0.79	8	
125	54	58	0.79	8	
126	58	62	0.79	8	
127	62	66	0.79	8	
128	66	70	0.79	8	
129	47	51	0.79	8	
130	51	55	0.79	8	
131	55	59	0.79	8	
132	59	63	0.79	8	
133	63	67	0.79	8	
134	67	71	0.79	8	
135	45	52	2.15	3	
136	53	60	2.15	3	
137	61	68	2.15	3	

ชั้นส่วนที่	การเชื่อมต่อจุด		ความยาว (เมตร)	ชนิดของ ชั้นส่วน	หมายเหตุ
	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย			
138	44	53	2.15	3	
139	52	61	2.15	3	
140	60	69	2.15	3	
141	47	54	2.15	3	
142	55	62	2.15	3	
143	63	70	2.15	3	
144	46	55	2.15	3	
145	54	63	2.15	3	
146	62	71	2.15	3	
147	42	48	1.07	1	
148	50	56	2.15	1	
149	58	64	2.15	1	
150	66	74	1.07	1	
151	43	49	1.07	1	
152	51	57	2.15	1	
153	59	65	2.15	1	
154	67	75	1.07	1	
155	42	50	1.07	1	
156	48	58	2.15	1	
157	56	66	2.15	1	
158	64	74	1.07	1	
159	43	51	1.07	1	
160	49	59	2.15	1	
161	57	67	2.15	1	
162	65	75	1.07	1	
163	68	72	0.73	1	
164	69	72	0.73	1	
165	70	73	0.73	1	
166	71	73	0.73	1	
167	68	74	0.73	1	
168	69	75	0.73	1	
169	70	74	0.73	1	
170	71	75	0.73	1	
171	72	80	1.45	5	
172	72	81	1.45	5	

ชั้นสวนที่	การเชื่อมต่อจุด		ความยาว (เมตร)	ชนิดของ ชั้นสวน	หมายเหตุ
	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย			
173	73	82	1.45	5	
174	73	83	1.45	5	
175	74	80	1.45	4	
176	75	81	1.45	4	
177	74	82	1.45	4	
178	75	83	1.45	4	
179	68	80	1.25	8	
180	69	81	1.25	8	
181	70	82	1.25	8	
182	71	83	1.25	8	
183	68	76	4.14	1	
184	69	77	4.14	1	
185	76	80	3.94	5	
186	77	81	3.94	5	
187	76	82	3.94	5	
188	77	83	3.94	5	
189	80	81	1.45	4	
190	82	83	1.45	4	
191	78	80	0.73	4	
192	79	81	0.73	4	
193	78	82	0.73	4	
194	79	83	0.73	4	
195	81	82	2.05	1	
196	80	83	2.05	1	
197	80	84	0.96	9	
198	84	88	0.96	9	
199	88	92	1.01	9	
200	92	96	1.06	9	
201	96	100	1.06	9	
202	100	104	1.52	10	
203	104	108	1.52	10	
204	108	112	1.52	10	
205	112	116	1.52	10	
206	116	120	1.52	10	
207	120	124	1.57	10	

ชั้นส่วนที่	การเชื่อมต่อจุด		ความยาว (เมตร)	ชนิดของ ชั้นส่วน	หมายเหตุ
	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย			
208	124	132	3.74	10	
209	132	136	3.69	10	
210	81	85	0.96	9	
211	85	89	0.96	9	
212	89	93	1.01	9	
213	93	97	1.06	9	
214	97	101	1.06	9	
215	101	105	1.52	10	
216	105	109	1.52	10	
217	109	113	1.52	10	
218	113	117	1.52	10	
219	117	121	1.52	10	
220	121	125	1.57	10	
221	125	133	3.74	10	
222	133	137	3.69	10	
223	82	86	0.96	9	
224	86	90	0.96	9	
225	90	94	1.01	9	
226	94	98	1.06	9	
227	98	102	1.06	9	
228	102	106	1.52	10	
229	106	110	1.52	10	
230	110	114	1.52	10	
231	114	118	1.52	10	
232	118	122	1.52	10	
233	122	126	1.57	10	
234	126	134	3.74	10	
235	134	138	3.69	10	
236	83	87	0.96	9	
237	87	91	0.96	9	
238	91	95	1.01	9	
239	95	99	1.06	9	
240	99	103	1.06	9	
241	103	107	1.52	10	
242	107	111	1.52	10	

ชั้นส่วนที่	การเชื่อมต่อจุด		ความยาว (เมตร)	ชนิดของ ชั้นส่วน	หมาย
	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย			
243	111	115	1.52	10	
244	115	119	1.52	10	
245	119	123	1.52	10	
246	123	127	1.57	10	
247	127	135	3.74	10	
248	135	139	3.69	10	
249	81	88	2.52	3	
250	89	96	2.90	2	
251	97	104	3.58	4	
252	105	112	4.30	4	
253	113	120	4.75	4	
254	121	128	2.52	4	
255	80	89	2.52	3	
256	88	97	2.90	2	
257	96	105	3.58	4	
258	104	113	4.30	4	
259	112	121	4.75	4	
260	120	128	2.52	4	
261	83	90	2.52	3	
262	91	98	2.90	2	
263	99	106	3.58	4	
264	107	114	4.30	4	
265	115	122	4.75	4	
266	123	129	2.52	4	
267	82	91	2.52	3	
268	90	99	2.90	2	
269	98	107	3.58	4	
270	106	115	4.30	4	
271	114	123	4.75	4	
272	122	129	2.52	4	
273	78	84	1.26	2	
274	86	92	2.69	2	
275	94	100	3.08	2	
276	102	108	4.09	4	
277	110	116	4.52	4	

ชั้นส่วนที่	การเชื่อมต่อจุด		ความยาว (เมตร)	ชนิดของ ชั้นส่วน	หมาย
	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย			
278	118	130	3.57	4	
279	79	85	1.26	2	
280	87	93	2.69	2	
281	95	101	3.08	2	
282	103	109	4.09	4	
283	111	117	4.52	4	
284	119	131	3.57	4	
285	78	86	1.26	2	
286	84	94	2.69	2	
287	92	102	3.08	2	
288	100	110	4.09	4	
289	108	118	4.52	4	
290	116	130	3.57	4	
291	79	87	1.26	2	
292	85	95	2.69	2	
293	93	103	3.08	2	
294	101	111	4.09	4	
295	109	119	4.52	4	
296	117	131	3.57	4	
297	128	132	4.49	4	
298	128	133	4.49	4	
299	129	134	4.49	4	
300	129	135	4.49	4	
301	130	132	4.49	4	
302	131	133	4.49	4	
303	130	134	4.49	4	
304	131	135	4.49	4	
305	132	140	4.45	6	
306	133	140	4.45	6	
307	134	141	4.45	6	
308	135	141	4.45	6	
309	132	142	4.45	6	
310	133	143	4.45	6	
311	134	142	4.45	6	
312	135	143	4.45	6	

ชั้นส่วนที่	การเชื่อมต่อจุด		ความยาว (เมตร)	ชนิดของ ชั้นส่วน	หมายเหตุ
	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย			
313	136	140	2.88	6	
314	137	140	2.88	6	
315	138	141	2.88	6	
316	139	141	2.88	6	
317	136	142	2.88	6	
318	137	143	2.88	6	
319	138	142	2.88	6	
320	139	143	2.88	6	
321	136	144	9.09	10	
322	137	145	9.09	10	
323	138	146	9.09	10	
324	139	147	9.09	10	
325	140	144	9.81	11	
326	140	145	9.81	11	
327	141	146	9.81	11	
328	141	147	9.81	11	
329	142	144	9.81	11	
330	143	145	9.81	11	
331	142	146	9.81	11	
332	143	147	9.81	11	
333	34	40	3.86	1	
334	35	41	3.86	1	
335	70	76	4.14	1	
336	71	77	4.14	1	
337	148	144	0.51	10	
338	149	145	0.51	10	
339	150	146	0.51	10	
340	151	147	0.51	10	
341	124	128	2.14	4	
342	125	128	2.14	4	
343	126	129	2.14	4	
344	127	129	2.14	4	
345	124	130	2.14	4	
346	126	130	2.14	4	
347	125	131	2.14	4	

ชั้นส่วนที่	การเชื่อมต่อจุด		ความยาว (เมตร)	ชนิดของ ชั้นส่วน	หมายเหตุ
	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย			
348	127	131	2.14	4	
349	140	142	4.08	2	
350	140	143	4.08	2	
351	141	142	4.08	2	
352	141	143	4.08	2	
353	100	101	2.46	1	
354	102	103	2.46	1	
355	140	141	5.77	12	R
356	142	143	5.77	12	R
357	128	129	4.29	12	R
358	130	131	4.29	12	R
359	129	130	3.03	12	R
360	128	130	3.03	12	R
361	128	131	3.03	12	R
362	129	131	3.03	12	R
363	84	89	1.98	13	R
364	85	88	1.98	13	R
365	92	97	2.39	13	R
366	93	96	2.39	13	R
367	100	105	3.01	13	R
368	101	104	3.01	13	R
369	116	121	4.11	13	R
370	117	120	4.11	13	R
371	86	91	1.98	13	R
372	87	90	1.98	13	R
373	94	99	2.39	13	R
374	95	98	2.39	13	R
375	102	107	3.01	13	R
376	103	106	3.01	13	R
377	118	123	4.11	13	R
378	119	122	4.11	13	R
379	108	113	3.55	13	R
380	109	112	3.55	13	R
381	110	115	3.55	13	R
382	111	114	3.55	13	R

ชั้นสวนที่	การเชื่อมต่อจุด		ความยาว (เมตร)	ชนิดของ ชั้นสวน	หมายเหตุ
	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย			
383	90	92	2.18	13	R
384	88	94	2.18	13	R
385	98	100	2.58	13	R
386	96	102	2.58	13	R
387	106	108	3.28	13	R
388	104	110	3.28	13	R
389	114	116	3.83	13	R
390	112	118	3.83	13	R
391	116	122	4.11	13	R
392	118	120	4.11	13	R
393	89	95	2.18	13	R
394	91	93	2.18	13	R
395	97	103	2.58	13	R
396	99	101	2.58	13	R
397	105	111	3.28	13	R
398	107	109	3.28	13	R
399	113	119	3.83	13	R
400	115	117	3.83	13	R
401	117	123	4.11	13	R
402	119	121	4.11	13	R
403	78	83	1.62	1	
404	78	81	1.62	1	
405	79	80	1.62	1	
406	79	82	1.62	1	
407	12	17	1.65	12	R
408	13	16	1.65	12	R
409	20	25	1.65	12	R
410	21	24	1.65	12	R
411	25	28	1.65	12	R
412	24	29	1.65	12	R
413	48	53	1.65	14	R
414	49	52	1.65	14	R
415	56	61	1.65	14	R
416	57	60	1.65	14	R
417	60	65	1.65	14	R

ชั้นส่วนที่	การเชื่อมต่อจุด		ความยาว (เมตร)	ชนิดของ ชั้นส่วน	หมายเหตุ
	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย			
418	61	64	1.65	14	R
419	14	19	1.65	12	R
420	15	18	1.65	12	R
421	22	27	1.65	12	R
422	23	26	1.65	12	R
423	27	30	1.65	12	R
424	26	31	1.65	12	R
425	50	55	1.65	14	R
426	51	54	1.65	14	R
427	58	63	1.65	14	R
428	59	62	1.65	14	R
429	62	67	1.65	14	R
430	63	66	1.65	14	R
431	16	22	1.65	12	R
432	18	20	1.65	12	R
433	24	30	1.65	12	R
434	26	28	1.65	12	R
435	52	58	1.65	14	R
436	54	56	1.65	14	R
437	60	66	1.65	14	R
438	62	64	1.65	14	R
439	17	23	1.65	12	R
440	19	21	1.65	12	R
441	25	31	1.65	12	R
442	27	29	1.65	12	R
443	53	59	1.65	14	R
444	55	57	1.65	14	R
445	61	67	1.65	14	R
446	63	65	1.65	14	R
447	73	74	1.03	1	
448	73	75	1.03	1	
449	72	74	1.03	1	
450	72	75	1.03	1	
451	72	73	1.45	1	
452	74	75	1.45	1	

ชั้นส่วนที่	การเชื่อมต่อจุด		ความยาว (เมตร)	ชนิดของ ชั้นส่วน	หมายเหตุ
	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย			
453	42	45	1.62	1	
454	42	47	1.62	1	
455	43	44	1.62	1	
456	43	46	1.62	1	
457	36	38	1.03	1	
458	36	39	1.03	1	
459	37	38	1.03	1	
460	37	39	1.03	1	
461	36	37	1.45	1	
462	38	39	1.45	1	
463	6	9	1.62	1	
464	6	11	1.62	1	
465	7	8	1.62	1	
466	7	10	1.62	1	
467	78	79	1.45	1	

หมายเหตุ : R คือ ชั้นส่วนที่เป็นชั้นส่วนจินตภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณสมบัติของหน้าตัดของชิ้นส่วนที่พิจารณา

ชิ้นส่วนที่	ชื่อของวัสดุ	ขนาด	รัศมีใจ	โมเมนต์
		(ซม. ²)	x,y (ซม.)	เฉื่อย
1	L 45*45*5	4.30	1.36	7.91
2	L 50*50*5	4.80	1.52	11.10
3	L 50*50*6	5.64	1.50	12.60
4	L 60*60*5	5.80	1.84	19.60
5	L 60*60*6	6.84	1.83	22.91
6	L 65*65*5	6.37	1.99	25.30
7	L 70*70*6	8.13	2.14	37.10
8	L 100*100*8	15.40	3.08	146.09
9	L100*100*10	19.00	3.04	175.00
10	L130*130*9	22.70	4.01	366.00
11	2L 45*45*5	8.60	-	-
12	จินตภาพ	0.03	-	-
13	จินตภาพ	0.08	-	-
14	จินตภาพ	0.06	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ไดอะแกรมของแรงที่กระทำต่อเสาส่งไฟฟ้า

ตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

จุดต่อ เอเล	ความสูง (เมตร)	น้ำหนัก ตัวเอง(kg)	แรงลมทิศ ตั้งฉาก(kg)	แรงลมทิศ ขนาน(kg)	หมายเหตุ
1	46.68	65.20	106.82	204.82	
2	46.68	65.20	106.82	204.82	
3	44.40	113.00	76.44	483.14	
4	42.90	45.80	9.31	144.06	
5	42.90	45.80	9.31	144.06	
6	42.90	13.50	21.56	98.98	
7	42.90	13.50	21.56	98.98	
8	42.90	70.90	90.16	98.98	
9	42.90	70.90	90.16	98.98	
10	42.90	70.90	90.16	98.98	
11	42.90	70.90	90.16	98.98	
12	42.11	11.50	0.00	44.10	
13	42.11	11.50	0.00	44.10	
14	42.11	11.50	0.00	44.10	
15	42.11	11.50	0.00	44.10	
16	41.32	11.50	63.21	0.00	
17	41.32	11.50	63.21	0.00	
18	41.32	11.50	63.21	0.00	
19	41.32	11.50	63.21	0.00	
20	40.53	14.50	0.00	58.80	
21	40.53	14.50	0.00	58.80	
22	40.53	14.50	0.00	58.80	
23	40.53	14.50	0.00	58.80	
24	39.73	14.50	63.21	0.00	
25	39.73	14.50	63.21	0.00	
26	39.73	14.50	63.21	0.00	
27	39.73	14.50	63.21	0.00	
28	38.94	13.50	0.00	44.10	
29	38.94	13.50	0.00	44.10	
30	38.94	13.50	0.00	44.10	
31	38.94	13.50	0.00	44.10	
32	38.15	22.70	30.87	64.19	
33	38.15	22.70	30.87	64.19	

จุดต่อ เอเล	ความสูง (เมตร)	น้ำหนัก ตัวเอง(kg)	แรงลมทิศ ตั้งฉาก(kg)	แรงลมทิศ ขนาน(kg)	หมายเหตุ
34	38.15	22.70	30.87	64.19	
35	38.15	22.70	30.87	64.19	
36	38.15	9.93	30.87	32.34	
37	38.15	9.93	30.87	32.34	
38	38.15	9.93	21.56	0.00	
39	38.15	9.93	21.56	0.00	
40	36.90	40.00	7.35	123.97	
41	36.90	40.00	7.35	123.97	
42	36.90	6.69	21.56	61.25	
43	36.90	6.69	21.56	61.25	
44	36.90	50.10	49.98	61.25	
45	36.90	50.10	49.98	61.25	
46	36.90	50.10	49.98	61.25	
47	36.90	50.10	49.98	61.25	
48	36.11	16.50	0.00	53.90	
49	36.11	16.50	0.00	53.90	
50	36.11	16.50	0.00	53.90	
51	36.11	16.50	0.00	53.90	
52	35.32	16.50	76.93	0.00	
53	35.32	16.50	76.93	0.00	
54	35.32	16.50	76.93	0.00	
55	35.32	16.50	76.93	0.00	
56	34.53	21.00	0.00	71.54	
57	34.53	21.00	0.00	71.54	
58	34.53	21.00	0.00	71.54	
59	34.53	21.00	0.00	71.54	
60	33.73	21.00	76.93	0.00	
61	33.73	21.00	76.93	0.00	
62	33.73	21.00	76.93	0.00	
63	33.73	21.00	76.93	0.00	
64	32.94	18.50	0.00	53.90	
65	32.94	18.50	0.00	53.90	
66	32.94	18.50	0.00	53.90	
67	32.94	18.50	0.00	53.90	
68	32.15	29.60	36.26	74.48	

จุดต่อ เอเล	ความสูง (เมตร)	น้ำหนัก ตัวเอง(kg)	แรงลมทิศ ตั้งฉาก(kg)	แรงลมทิศ ขนาน(kg)	หมายเหตุ
69	32.15	29.60	36.26	74.48	
70	32.15	29.60	36.26	74.48	
71	32.15	29.60	36.26	74.48	
72	32.15	11.30	36.26	32.34	
73	32.15	11.30	36.26	32.34	
74	32.15	11.30	24.50	0.00	
75	32.15	11.30	24.50	0.00	
76	30.90	43.70	7.35	133.28	
77	30.90	43.70	7.35	133.28	
78	30.90	8.85	24.50	69.09	
79	30.90	8.85	24.50	69.09	
80	30.90	60.90	59.29	69.09	
81	30.90	60.90	59.29	69.09	
82	30.90	60.90	59.29	69.09	
83	30.90	60.90	59.29	69.09	
84	29.95	23.60	0.00	64.19	
85	29.95	23.60	0.00	64.19	
86	29.95	23.60	0.00	64.19	
87	29.95	23.60	0.00	64.19	
88	29.00	28.50	100.45	0.00	
89	29.00	28.50	100.45	0.00	
90	29.00	28.50	100.45	0.00	
91	29.00	28.50	100.45	0.00	
92	28.00	29.00	0.00	94.57	
93	28.00	29.00	0.00	94.57	
94	28.00	29.00	0.00	94.57	
95	28.00	29.00	0.00	94.57	
96	26.95	34.20	98.00	0.00	
97	26.95	34.20	98.00	0.00	
98	26.95	34.20	98.00	0.00	
99	26.95	34.20	98.00	0.00	
100	25.90	38.40	0.00	137.69	
101	25.90	38.40	0.00	137.69	
102	25.90	38.40	0.00	137.69	
103	25.90	38.40	0.00	137.69	

จุดต่อ เอเล	ความสูง (เมตร)	น้ำหนัก ตัวเอง(kg)	แรงลมทิศ ตั้งฉาก(kg)	แรงลมทิศ ขนาน(kg)	หมายเหตุ
104	24.40	47.40	171.50	0.00	
105	24.40	47.40	171.50	0.00	
106	24.40	47.40	171.50	0.00	
107	24.40	47.40	171.50	0.00	
108	22.90	51.30	0.00	175.42	
109	22.90	51.30	0.00	175.42	
110	22.90	51.30	0.00	175.42	
111	22.90	51.30	0.00	175.42	
112	21.40	52.40	178.36	0.00	
113	21.40	52.40	178.36	0.00	
114	21.40	52.40	178.36	0.00	
115	21.40	52.40	178.36	0.00	
116	19.90	52.90	0.00	290.57	
117	19.90	52.90	0.00	290.57	
118	19.90	52.90	0.00	290.57	
119	19.90	52.90	0.00	290.57	
120	18.40	48.50	226.87	0.00	
121	18.40	48.50	226.87	0.00	
122	18.40	48.50	226.87	0.00	
123	18.40	48.50	226.87	0.00	
124	16.85	74.60	0.00	0.00	
125	16.85	74.60	0.00	0.00	
126	16.85	74.60	0.00	0.00	
127	16.85	74.60	0.00	0.00	
128	16.85	55.30	114.66	94.57	
129	16.85	55.30	114.66	94.57	
130	16.85	65.20	114.66	94.57	
131	16.85	65.20	114.66	94.57	
132	13.15	141.00	248.43	246.96	
133	13.15	141.00	248.43	246.96	
134	13.15	141.00	248.43	246.96	
135	13.15	141.00	248.43	246.96	
136	9.50	194.00	225.89	225.89	
137	9.50	194.00	225.89	225.89	
138	9.50	194.00	225.89	225.89	

จุดต่อ เอเล	ความสูง (เมตร)	น้ำหนัก ตัวเอง(kg)	แรงลมทิศ ตั้งฉาก(kg)	แรงลมทิศ ขนาน(kg)	หมายเหตุ
139	9.50	194.00	225.89	225.89	
140	9.50	211.00	465.50	240.10	
141	9.50	211.00	465.50	240.10	
142	9.50	211.00	240.10	465.50	
143	9.50	211.00	240.10	465.50	
144	0.50	222.00	315.56	315.56	
145	0.50	222.00	315.56	315.56	
146	0.50	222.00	315.56	315.56	
147	0.50	222.00	315.56	315.56	
148	0.00	0.00	0.00	0.00	
149	0.00	0.00	0.00	0.00	
150	0.00	0.00	0.00	0.00	
151	0.00	0.00	0.00	0.00	
ผลรวม (kg)		7454.4	11017.16	13053.6	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างการคำนวณแรงดันลม

ข้อกำหนดการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ความเร็วลมอ้างอิงเฉลี่ยใน 10 นาที ที่ความสูง 10 เมตร	= 35.7 เมตรต่อวินาที
ดัชนียกกำลัง, α (พื้นผิวโค้ง)	= 1/7
ความหนาแน่นของอากาศ, ρ	= 1.225 กก.ต่อลูกบาศก์เมตร
ตัวคูณรูปร่าง, ($C_D = 4.13 - 5.18\phi$)	= 2.9 ($\phi = 0.23$)
ความเร็วลมกระโชก (2 วินาที) ที่ความสูงเฉลี่ย = $1.3 \times 35.7 (22/10)^{1/7} = 52$ เมตรต่อวินาที	
หน่วยแรงดันลม = $\frac{1}{2} (1.225/9.81) (52)^2$	= 169 กก.ต่อตารางเมตร
แรงดันลม = ($q C_D A$)	= 490 A กิโลกรัม
(A คือพื้นที่หน้าตัด)	

ข้อกำหนดใหม่เสนอโดยมหาวิทยาลัยเวสเทิร์นออนตาริโอ (วิธีละเอียด)

คุณสมบัติพื้นฐานของเสาส่งไฟฟ้า DA.1ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ความถี่ธรรมชาติ ($ft = 100/h$) :	ft	= 2.14 เฮิร์ต.
ความหน่วง :	ζ	= 2 %
ความสูงประสิทธิภาพ ($ht = 2h/3$) ht		= 31.1 เมตร

ข้อมูลลมจากภาคใต้ของประเทศ

ความเร็วลมพื้นฐานเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง , ความสูง 10 เมตร	= 31.7 เมตรต่อวินาที
ดัชนียกกำลัง, α (พื้นผิวโค้ง)	= 1/7
ความหนาแน่นของอากาศ , ρ	= 1.225 กก.ต่อลูกบาศก์เมตร
หน่วยแรงดันลมอ้างอิง ($q_{ref} = 1/2 \rho V^2$)	= 62.7 กก.ต่อตารางเมตร

ตัวคูณผลพลศาสตร์,

$$\begin{aligned}
 C_{\text{exp}}(31.1) &= (31.1/10)^{0.28} &= 1.376 \\
 B_t &= \frac{1}{1 + 0.375 \frac{h}{L_s}} &= 0.788 \\
 V_{ht} &= V_{\text{ref}} \cdot \sqrt{C_{\text{exp}}} &= 37.2 \text{ เมตรต่อวินาที} \\
 R_t &= 0.0123 \left(\frac{f_t h_t}{V_{ht}} \right)^{-5/3} \frac{1}{\xi} &= 0.233 \\
 C_{\text{dyn}} &= 1 + \frac{1}{\sqrt{C_{\text{exp}}}} \cdot \sqrt{B_t + R_t} &= 1.90
 \end{aligned}$$

แรงดันลมที่ระดับต่าง ๆ แสดงในตารางที่ (5.1)

ข้อมูลลมจากมิชิแกน, 1931

ความเร็วลมพื้นฐานเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง, ความสูง 10 เมตร = 10 เมตรต่อวินาที
 ดัชนียกกำลัง, α (พื้นที่โล่ง) = 1/7
 ความหนาแน่นของอากาศ, ρ = 1.225 กก.ต่อลูกบาศก์เมตร
 หน่วยแรงดันลมอ้างอิง ($q_{\text{ref}} = 1/2 \rho V^2$) = 6.24 กก.ต่อตารางเมตร
 ตัวคูณผลพลศาสตร์,

$$\begin{aligned}
 C_{\text{exp}}(31.1) &= (31.1/10)^{2\alpha} &= 1.376 \\
 B_t &= \frac{1}{1 + 0.375 \frac{h}{L_s}} &= 0.788 \\
 V_{ht} &= V_{\text{ref}} \cdot \sqrt{C_{\text{exp}}} &= 11.76 \text{ เมตรต่อวินาที} \\
 R_t &= 0.0123 \left(\frac{f_t h_t}{V_{ht}} \right)^{-5/3} \frac{1}{\xi} &= 0.034 \\
 C_{\text{dyn}} &= 1 + \frac{1}{\sqrt{C_{\text{exp}}}} \cdot \sqrt{B_t + R_t} &= 1.80
 \end{aligned}$$

แรงดันลมที่ระดับต่าง ๆ แสดงในตารางที่ (5.4)



ประวัติผู้เขียน

นายเอกรัฐ สมศรีรัฐกิจ เกิดวันที่ 16 สิงหาคม พ.ศ. 2511 ที่อำเภอเมือง จังหวัดสตูล สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในปีการศึกษา 2534 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2536 ปัจจุบันรับราชการที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา



ศูนย์วิทยพัทธยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย