



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม



พิกัดโครงสร้างรถ TSAE Student Formula รุ่น ลูกชินราช

ตารางที่ ก.1 พิกัดโครงสร้างรถ TSAE Student Formula รุ่น ลูกชินราช

Element	Coordinates	Length (m)	A(m ²)
1	(0,0.065,0) - (0,0,0.3031)	0.31	4.674×10^{-5}
2	(0,0.065,0) - (0,0.285,0)	0.22	4.674×10^{-5}
3	(0,0.285,0) - (0,0.35,0.3031)	0.31	4.674×10^{-5}
4	(0,0,0.3031) - (0,0.35,0.3031)	0.35	4.674×10^{-5}
5	(0,0.065,0) - (0.35,0.065,0)	0.35	4.674×10^{-5}
6	(0,0.285,0) - (0.35,0.285,0)	0.35	4.674×10^{-5}
7	(0.35,0.065,0) - (0.35,0.285,0)	0.22	4.674×10^{-5}
8	(0.35,0.065,0) - (0.70,0.065,0)	0.35	4.674×10^{-5}
9	(0.35,0.285,0) - (0.70,0.285,0)	0.35	4.674×10^{-5}
10	(0.70,0.285,0) - (0.70,0.065,0)	0.22	4.674×10^{-5}
11	(0.70,0.065,0) - (1.46725,0,0)	0.77	4.674×10^{-5}
12	(0.70,0.285,0) - (1.46725,0.35,0)	0.77	4.674×10^{-5}
13	(1.46725,0,0) - (1.46725,0.35,0)	0.35	9.659×10^{-5}
14	(1.46725,0.35,0) - (2.06725,0.35,0)	0.6	4.674×10^{-5}
15	(1.46725,0,0) - (2.06725,0,0)	0.6	4.674×10^{-5}
16	(2.06725,0,0) - (2.06725,0.35,0)	0.35	4.674×10^{-5}
17	(2.06725,0.35,0) - (2.41725,0.35,0)	0.35	4.674×10^{-5}
18	(2.06725,0,0) - (2.41725,0,0)	0.35	4.674×10^{-5}
19	(2.41725,0,0) - (2.41725,0.35,0)	0.35	4.674×10^{-5}
20	(2.41725,0,0) - (2.41725,0,0.24)	0.24	4.674×10^{-5}
21	(2.41725,0.35,0) - (2.41725,0.35,0.24)	0.24	4.674×10^{-5}
22	(2.41725,0,0.24) - (2.4725,0.35,0.24)	0.35	4.674×10^{-5}
23	(2.06725,0,0) - (2.06725,0,0.24)	0.24	4.674×10^{-5}
24	(2.06725,0.35,0) - (2.06725,0.35,0.24)	0.24	4.674×10^{-5}
25	(2.06725,0,0.19) - (2.06725,0.35,0.19)	0.35	4.674×10^{-5}

ตารางที่ ก.1 พิกัด โครงสร้างรถ TSAE Student Formula รุ่น ลูกชินราช (ต่อ)

Eliment	Coordinates	Length (m)	A(m ²)
26	(2.06725,0,0.24) - (2.41725,0,0.24)	0.35	4.674×10 ⁻⁵
27	(2.06725,0.35,0.24) - (2.41725,0.35,0.24)	0.35	4.674×10 ⁻⁵
28	(0.35,0.285,0) - (0.35,0.37,0.2244)	0.24	4.674×10 ⁻⁵
29	(0.35,0.065,0) - (0.35,-0.02,0.2244)	0.24	4.674×10 ⁻⁵
30	(0.70,0.065,0) - (0.70,0,0.16)	0.17	4.674×10 ⁻⁵
31	(0.70,0.285,0) - (0.70,0.35,0.16)	0.17	4.674×10 ⁻⁵
32	(0.70,0,0.16) - (0.70,0,0.49)	0.33	4.674×10 ⁻⁵
33	(0.70,0.35,0.16) - (0.70,0.35,0.49)	0.33	4.674×10 ⁻⁵
34	(0.70,0,0.49) - (0.70,0.35,0.49)	0.35	4.674×10 ⁻⁵
35	(-1.46725,0,0) - (-1.46725,-0.165,0.2973)	0.34	9.659×10 ⁻⁵
36	(-1.46725,0.35,0) - (-1.46725,0.515,0.2973)	0.34	9.659×10 ⁻⁵
37	(-1.46725,-0.165,0.2973) - (-1.46725,0.515,0.2973)	0.68	9.659×10 ⁻⁵
38	(0.70,0,0.16) - (-1.46725,0,0)	0.78	4.674×10 ⁻⁵
39	(0.70,0.35,0.16) - (-1.46725,0.35,0)	0.78	4.674×10 ⁻⁵
40	(1.46725,-0.165,0.2973) - (2.06725,0,0.24)	0.62	4.674×10 ⁻⁵
41	(1.46725,0.515,0.2973) - (2.06725,0.35,0.24)	0.62	4.674×10 ⁻⁵
42	(1.46725,-0.165,0.2973) - (1.46725,-0.095,0.4843)	0.20	4.674×10 ⁻⁵
43	(1.46725,0.515,0.2973) - (1.46725,0.445,0.4843)	0.20	4.674×10 ⁻⁵
44	(1.46725,-0.095,0.4843) - (1.46725,0.445,0.4843)	0.54	4.674×10 ⁻⁵
45	(1.46725,-0.095,0.4843) - (1.46725,-0.07,0.5497)	0.07	4.674×10 ⁻⁵
46	(10.46725,0.445,0.4843) - (1.46725,0.42,0.5497)	0.07	4.674×10 ⁻⁵
47	(1.46725,0.10925,0.9297) - (1.46725,0.24075,0.9297)	0.13	4.674×10 ⁻⁵
48	(1.46725,0.42,0.5497) - (2.06725,0.35,0.24)	0.68	4.674×10 ⁻⁵
49	(1.46725,-0.07,0.5497) - (2.06725,0,0.24)	0.68	4.674×10 ⁻⁵
50	(1.46725,0.10925,0.9297) - (2.41725,0,0.24)	1.18	4.674×10 ⁻⁵
51	(1.46725,0.24075,0.9297) - (2.41725,0.35,0.24)	1.18	4.674×10 ⁻⁵
52	(0.35,-0.02,0.2244) - (0.70,0,0.2244)	0.35	4.674×10 ⁻⁵

ตารางที่ ก.1 พิกัด โครงสร้างรถ TSAE Student Formula รุ่น ลูกชินราช (ต่อ)

Eliment	Coordinates	Length (m)	A(m ²)
53	(0.35,0.37,0.2244) - (0.70,0.35,0.224)	0.35	4.674×10 ⁻⁵
54	(0.35,-0.02,0.2244) - (0.35,0.04,0.4045)	0.19	4.674×10 ⁻⁵
55	(0.35,0.37,0.2244) - (0.35,0.31,0.4045)	0.19	4.674×10 ⁻⁵
56	(0,0.35,0.3031) - (0.35,0.31,0.4045)	0.37	4.674×10 ⁻⁵
57	(0,0,0.3031) - (0.35,0.04,0.4045)	0.37	4.674×10 ⁻⁵
58	(0.35,0.04,0.4045) - (0.70,0.085,0.49)	0.36	4.674×10 ⁻⁵
59	(0.35,0.31,0.4045) - (0.70,0.265,0.49)	0.36	4.674×10 ⁻⁵
60	(0.90,-0.08,0.38) - (1.46725,-0.07,0.5497)	0.59	4.674×10 ⁻⁵
61	(0.90,0.43,0.38) - (1.46725,0.42,0.5497)	0.59	4.674×10 ⁻⁵
62	(0.90,-0.08,0.38) - (1.46725,-0.165,0.2973)	0.58	4.674×10 ⁻⁵
63	(0.90,0.43,0.38) - (1.46725,0.515,0.2973)	0.58	4.674×10 ⁻⁵
64	(0.70,0,0.31) - (0.90,-0.08,0.38)	0.23	4.674×10 ⁻⁵
65	(0.70,0,0.44) - (0.90,-0.08,0.38)	0.22	4.674×10 ⁻⁵
66	(0.70,0.35,0.31) - (0.90,0.43,0.38)	0.23	4.674×10 ⁻⁵
67	(0.70,0.35,0.44) - (0.90,0.43,0.38)	0.22	4.674×10 ⁻⁵
68	(1.46725,-0.07,0.5497) - (1.46725,0.10925,0.9297)	0.42	4.674×10 ⁻⁵
69	(1.46725,0.42,0.5497) - (1.46725,0.24075,0.9297)	0.42	4.674×10 ⁻⁵
70	(0.70,0,0.16) - (1.46725,-0.165,0.2973)	0.8	4.674×10 ⁻⁵
71	(0.70,0.35,0.16) - (1.46725,0.515,0.29.73)	0.8	4.674×10 ⁻⁵
72	(0.2625,0.03,0.37915) - (0.2625,0.32,0.37915)	0.29	4.674×10 ⁻⁵
73	(0.525,0.0625,0.44725) - (0.525,0.2875,0.44725)	0.23	4.674×10 ⁻⁵



ภาคผนวก ข

การทดสอบสมบัติของวัสดุ

มหาวิทยาลัยบูรรัมย์

การทดสอบสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง TSAE Student Formula รุ่น ลูกชินราช

ในขั้นตอนของการทดสอบสมบัติของวัสดุ เพื่อต้องการรู้ค่าสมบัติที่แท้จริงของวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง จึงได้นำเหล็กท่อกลมดำซึ่งเป็นเหล็กชนิดเดียวกับเหล็กที่ใช้ทำโครงสร้าง ขนาด 1 นิ้ว หนา 1.2 มิลลิเมตร ยาว 1 เมตร มาทำการทดสอบด้วยเครื่อง Universal Testing Machine โดยทำการทดสอบการรับแรงดึง 3 ครั้ง



รูปที่ ข.1 การทดสอบแรงดึงด้วยเครื่อง Universal Testing Machine

จากการทดสอบสมบัติของเหล็กท่อกลมดำ จะได้ขนาดของแรงดึงก่อนวัสดุคราก (F) = $42.6 \times 10^3 \text{ N}$ และระยะยืด (δ) = 5 mm โดยนำผลที่ได้ไปทำการคำนวณหาค่าความแข็งแรงครากและ (Modulus of Elasticity, E) ได้ดังต่อไปนี้ ดังนี้

จาก
$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

จะได้
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{(42.6 \times 10^3) N}{(4.68 \times 10^{-5}) m^2} = 911.23 \times 10^6 N/m^2$$

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} = \frac{5 mm}{1000 mm} = 5 \times 10^{-3}$$

จะได้
$$E = \frac{911.23 \times 10^6 N/m^2}{5 \times 10^{-3}} = 1.82 \times 10^{11} Pa$$

ดังนั้น จะได้ค่า ความแข็งแรงคราก $\sigma = 911.23 \times 10^6 N/m^2$

โมดูลัสความยืดหยุ่น $E = 1.82 \times 10^{11} Pa$

เมื่อ

σ = ความแข็งแรงคราก (N/m^2)

ε = ความเครียด

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right)(d_o^2 - d_i^2) = \text{พื้นที่หน้าตัด} (m^2)$$

F = แรงดึงก่อนวัสดุคราก (N)

δ = ระยะยืด (mm)

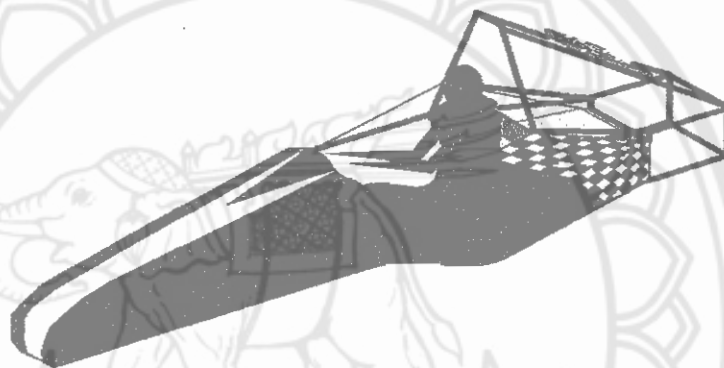
L = ความยาว (m)



การคำนวณหาแรงบนโครงสร้าง

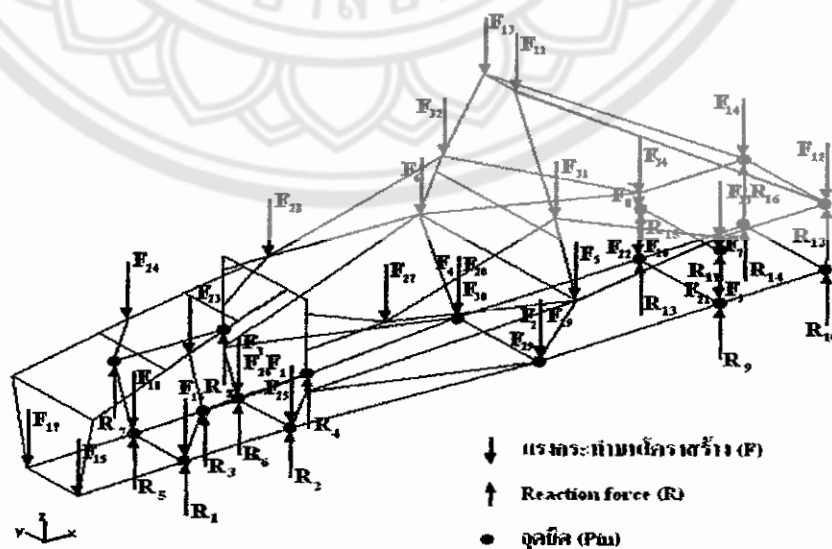
จากการวิเคราะห์แรงที่กระทำกับโครงสร้างอันเนื่องมาจากน้ำหนักคนขับ เครื่องยนต์ หม้อน้ำ และตัวถัง ซึ่งกระทำกับจุดรองรับใน 2 รูปแบบ คือ แบบแรงกระจาย และแบบแรงกระทำตรงจุด เชื่อมต่อ โดยสามารถแสดงวิธีการคำนวณได้ดังต่อไปนี้

วิธีการคำนวณหาแรงเนื่องจากน้ำหนักที่กระทำบนโครงสร้าง



รูปที่ ค.1 ภาพที่กระทำบน โครงสร้าง

- การกระทำเนื่องจากน้ำหนักคนขับ



รูปที่ ค.2 ผังวัตถุอิสระของ โครงสร้างรถ TSAE (Free Body Diagram: FBD)

วิธีทำ จากสมการ $F_R = (m)(g)$

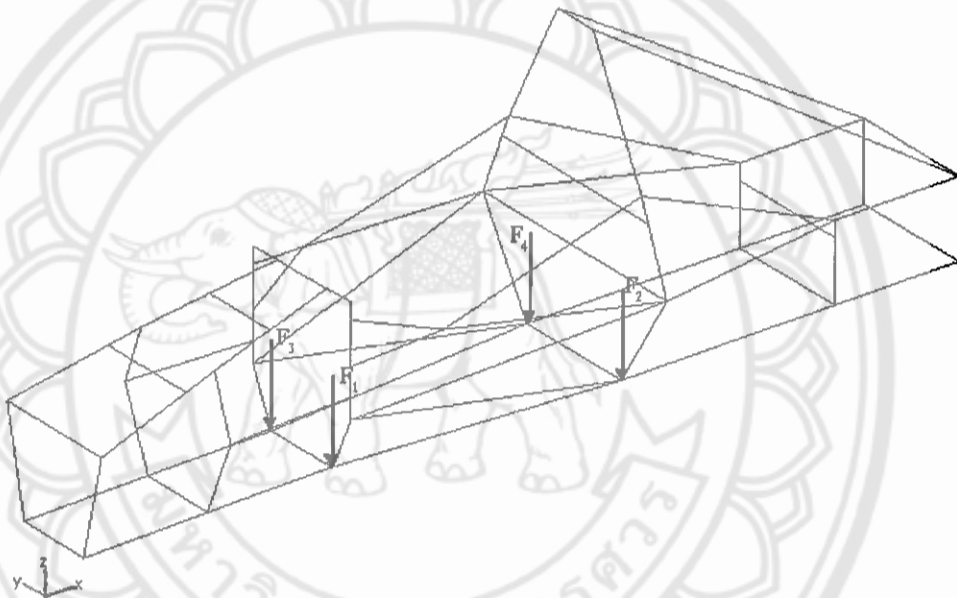
เมื่อ น้ำหนักคนขับ = 70 kg

ดังนั้น $F_R = (70)(9.81) = 686.70 \text{ N}$

ภาระเนื่องจากน้ำหนักคนขับกระทำบนโครงสร้าง 2 ตำแหน่ง

$$F_{R_1} = F_{R_2} = (686.70)/(2) = 343.35 \text{ N}$$

ดังนั้น $F_{R_1} = F_1 = F_2 = F_4 = (343.35)/(2) = 171.68 \text{ N}$



รูปที่ ค.3 แรงเนื่องจากภาระน้ำหนักคนขับ

- ภาระเนื่องจากน้ำหนักเครื่องยนต์

วิธีทำ จากสมการ $F_R = (m)(g)$

เมื่อ น้ำหนักเครื่องยนต์ = 62 kg

ดังนั้น $F_R = (62)(9.81) = 608.22 \text{ N}$

ภาระเนื่องจากน้ำหนักเครื่องยนต์กระทำบนโครงสร้าง 3 ตำแหน่ง

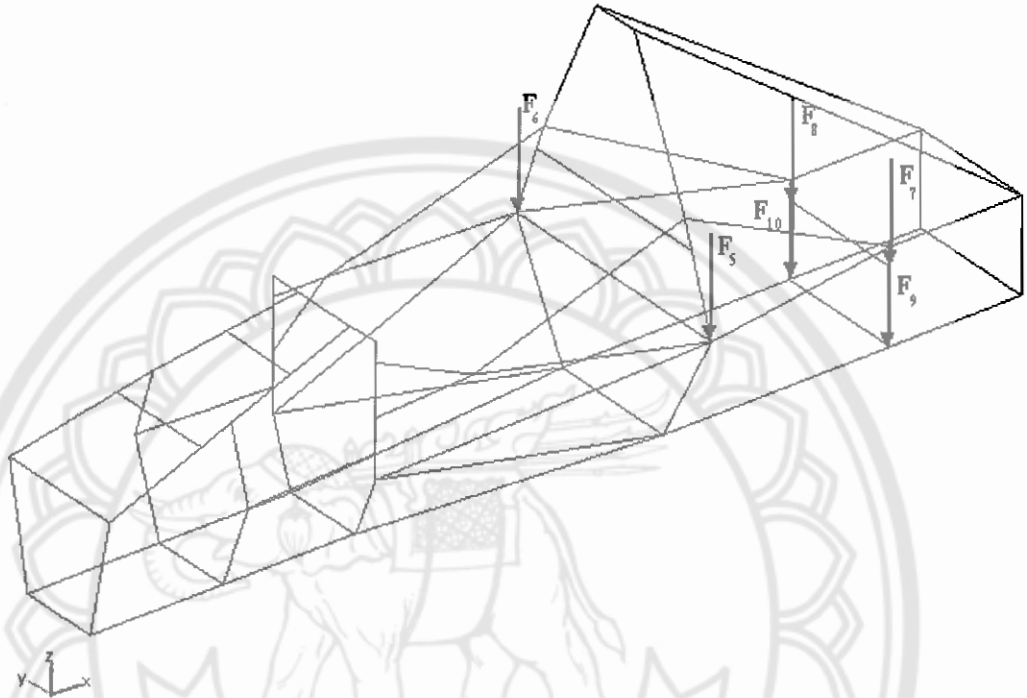
ดังนั้น $F_{R_3} = F_{R_4} = F_{R_5} = F_R = (608.22)/(3) = 202.74 \text{ N}$

กำหนดให้ ภาระกระทำแบบจุด

$$F_{R_3} = F_5 = F_6 = (202.74)/(2) = 101.37 \text{ N}$$

$$F_{R_4} = F_7 = F_8 = (202.74)/(2) = 101.37 \text{ N}$$

$$F_{R_5} = F_9 = F_{10} = (202.74)/(2) = 101.37 \text{ N}$$



รูปที่ ค.4 ภาพตัดชิ้นส่วน โครงสร้างเฉพาะส่วนที่รับภาระเนื่องจากเครื่องยนต์

- ภาระเนื่องจากน้ำหนักหม้อน้ำ

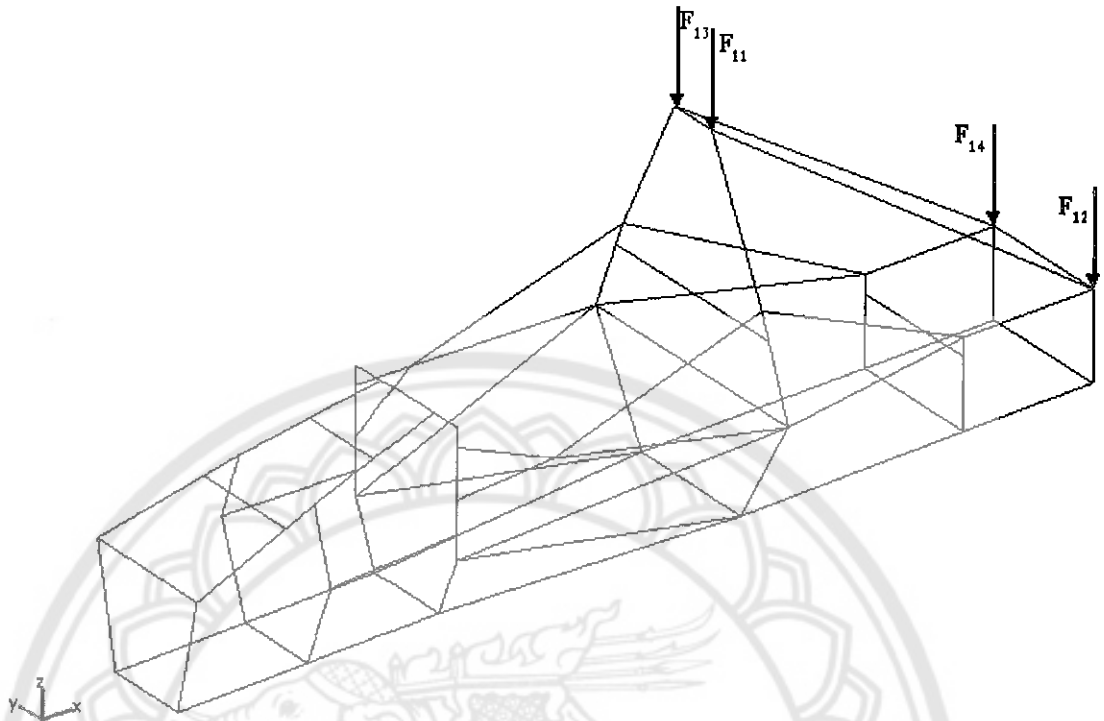
$$\text{จากสมการ } F_R = (m)(g)$$

$$\text{เมื่อ น้ำหนักหม้อน้ำ} = 7 \text{ kg}$$

$$\text{ดังนั้น } F_R = (7)(9.81) = 68.67 \text{ N}$$

ภาระเนื่องจากน้ำหนักหม้อน้ำกระทำบนโครงสร้าง 2 ตำแหน่ง

$$\text{ดังนั้น } F_R = (68.67)/(2) = 34.34 \text{ N}$$



รูปที่ ค.5 ภาพตัดชิ้นส่วน โครงสร้างเฉพาะส่วนที่รับภาระเนื่องจากหมอน้ำ

- ภาระกระทำเนื่องจากน้ำหนักตัวถัง

วิธีทำ จากสมการ $F_R = (m)(g)$

เมื่อ น้ำหนักตัวถัง = 20 kg

ดังนั้น $F_R = (20)(9.81) = 196.20 \text{ N}$

ภาระเนื่องจากน้ำหนักหมอน้ำกระทำบนโครงสร้าง 16 ตำแหน่ง

ดังนั้น $F_R = 196.20/16 = 12.26$

จะได้ $F_{15} = F_{16} = \dots = F_{22} = 12.26/2 = 6.13 \text{ N}$ (แรงที่จุดของ
ชิ้นส่วนที่มีภาระกระทำ)

$$F_{23} = F_{24} = \dots = F_{34} = 12.26 \text{ N (แรงกระทำตรงจุดโดยตรง)}$$

ดังนั้นสามารถสรุปแรงเนื่องจากภาระน้ำหนักบนโครงสร้างได้ดังตารางที่ ค.1

ตารางที่ ค.1 สรุปแรงเนื่องจากภาระน้ำหนักบนโครงสร้าง

ภาระน้ำหนัก	แรง	ขนาดแรง (N)
คนขับ	$F_1 = F_3$	1839.38
	$F_2 = F_4$	1900.72
เครื่องขนต้	$F_5 = F_6$	1013.70
	$F_7 = F_8$	1013.70
	$F_9 = F_{10}$	1075.01
หม้อน้ำ	$F_{11} = F_{12} = F_{13} = F_{14}$	171.68
ตัวถัง	$F_{15} = F_{16} = F_{17} = F_{18}$	61.31
	$F_{19} = F_{20}$	1900.72
	$F_{21} = F_{22}$	1075.01
	$F_{23} = F_{24} = F_{25} = \dots = F_{34}$	122.62