

27. Uzak kafes örnek çözümleri



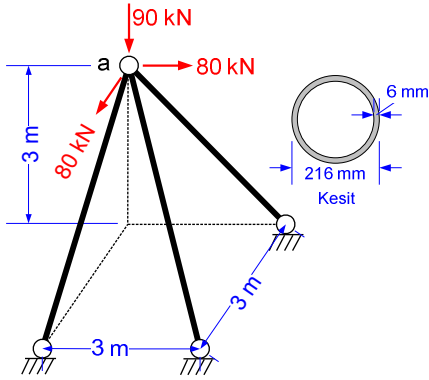
27. Uzak kafes örnek çözümleri

Örnek 27.1: Şekil 27.1 de verilen uzak kafes sistem çelik borulardan imal edilecektir. a noktasındaki dış yüklerden oluşan eleman kuvvetleri, reaksiyonlar, gerilmeler ve düğüm yer değiştirmelerini hesaplanacaktır.

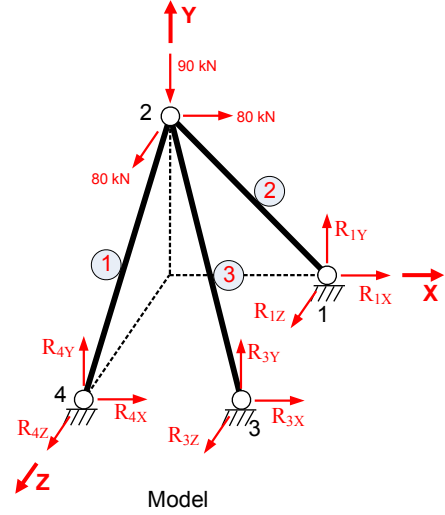
Yapı çeliğinin elastisite modülü: $E=2.1 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$

Kesit alanı: $A = \frac{\pi}{4} (0.216^2 - 0.204^2) = 395841 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$

Sınır koşulları: 1, 3, 4 noktaları X, Y, Z yönünde yer değiştiremez



Şekil 27.1: Çözülmesi istenen uzak kafes sistem



Model

SEM2015, ©Ahmet TOPÇU, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

ÖRNEK 27.1 Uzak kafes-izostatik

SİSTEM:Uzak kafes

Nokta sayısı: 4, Eleman sayısı: 3

Yüklü nokta sayısı: 1, Sınır koşullu nokta sayısı: 3

Denklemler sayısı: 12, Bilinmeyen yayısı: 12, Hiperstatiklik derecesi: 0

ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)
1	4	14.14
	2	-14.14
2	1	14.14
	2	-14.14
3	3	121.24
	2	-121.24

REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	-10	10	0			
3	-70	70	-70			
4	0	10	-10			

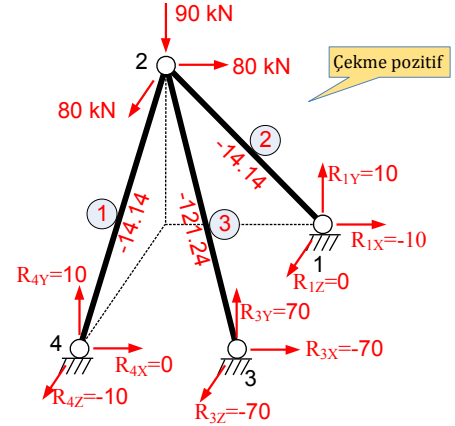
GERİLMELER:

Eleman	Sigxx(kN/m ²)
1	-3572.68
2	-3572.68
3	-30629.36

SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	0	0	0			
2	0.001211	0.001109	0.001211			
3	0	0	0			
4	0	0	0			

HESAP SÜRESİ: 0.0329 Saniye



Eleman ve reaksiyon kuvvetleri

27. Uzak kafes örnek çözümleri

Örnek 27.2: Şekil 27.2 de verilen uzak kafes çatı¹ çelik borulardan imal edilmiştir. Düşey dış yüklerden oluşan eleman kuvvetleri, reaksiyonlar, gerilmeler ve yer değıştirmeler hesaplanacaktır.

Elastisite modülü: $E=2 \cdot 10^8$ kN/m²

Kesit alanı: $A = 10$ cm² (Tüm elemanlarda)

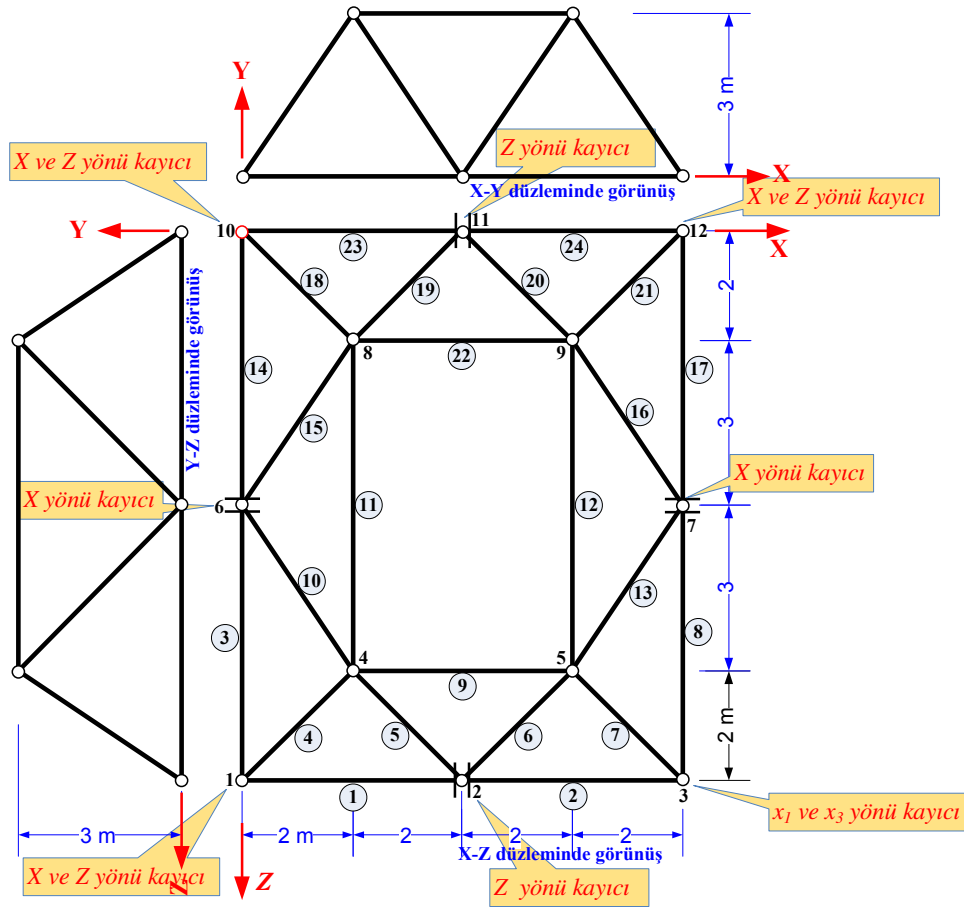
Yükler: 4, 5, 8, 9 noktalarında Y doğrultusunda 6.0 kN düşey yük vardır.

Mesnetler:

1, 3, 10 ve 12 noktalarında mesnetler vardır. Bu mesnetlerde nokta Y yönünde yer değıştirmemes fakat X ve Z yönünde serbestçe yer değıştirebilir.

2, 11 noktalarında mesnetler vardır. Bu mesnetlerde nokta X ve Y yönünde yer değıştirmemes fakat Z yönünde serbestçe yer değıştirebilir.

6, 7 noktalarında mesnetler vardır. Bu mesnetlerde nokta Y ve Z yönünde yer değıştirmemes fakat X yönünde serbestçe yer değıştirebilir.



Şekil 27.2: Çözülmesi istenen uzak kafes sistem ve numaralandırma

SEM2015, ©Ahmet TOPÇU, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

ÖRNEK 27.2 Uzak kafes çatı

SİSTEM:Uzak kafes

Nokta sayısı: 12, Eleman sayısı: 24

Yüklü nokta sayısı: 4, Sınır koşullu nokta sayısı: 8

Denklem sayısı: 36, Bilinmeyen yayısı: 36, Hiperstatiklik derecesi: 0

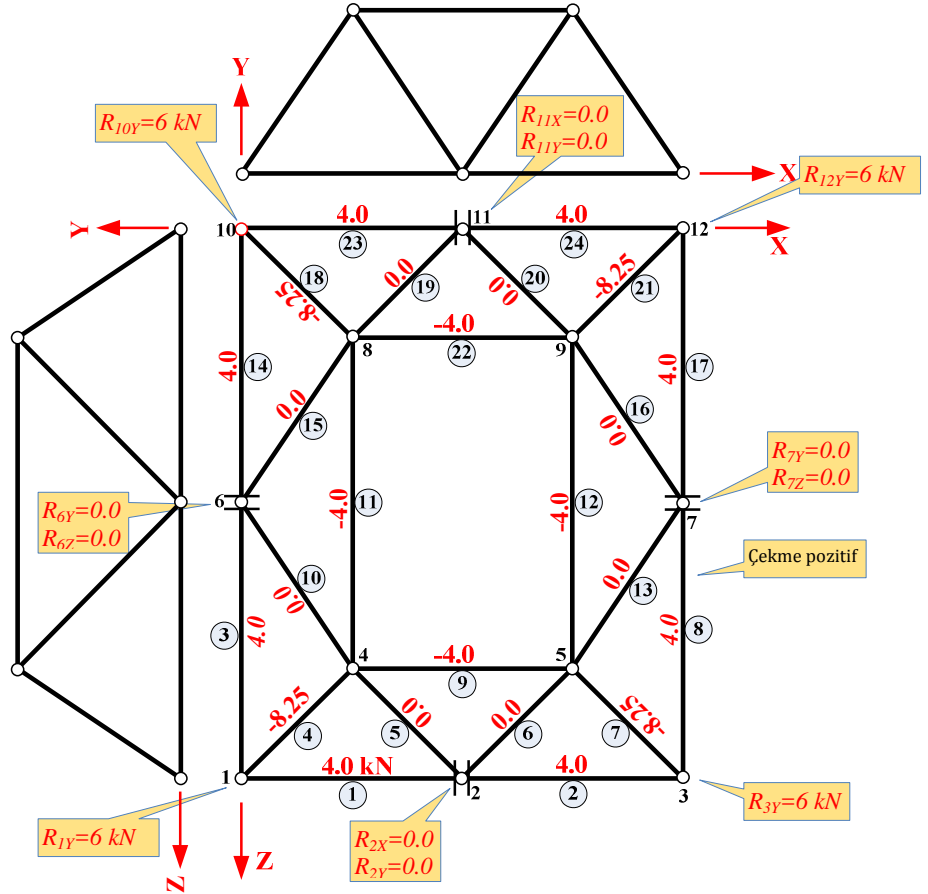
¹ Bu örnek, Schwarz, H., R., Methode der finiten Elemente, Teubner, 1980, Sayfa 280 den alınmıştır.

27. Uzak kafes örnek çözümleri

ELEMEN YEREL KUVVETLERİ:			REAKSİYONLAR:			SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:				
Eleman	Nokta	Normal(kN)	Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)
1	1	-4	1		6		1	-8E-5	0	0.0001
	2	4	3		6		2	0	0	0.00061
2	2	-4	10		6		3	8E-5	0	0.0001
	3	4	12		6		4	4E-5	-0.00042	-6E-5
3	1	-4	2	0	0	0	5	-4E-5	-0.00042	-6E-5
	6	4	6		0	0	6	-0.00068	0	0
4	1	8.25	7		0	0	7	0.00068	0	0
	4	-8.25	11	0	0	0	8	4E-5	-0.00042	6E-5
5	2	0					9	-4E-5	-0.00042	6E-5
	4	0					10	-8E-5	0	-0.0001
6	2	0					11	0	0	-0.00061
	5	0					12	8E-5	0	-0.0001
7	3	8.25								
	5	-8.25								
8	3	-4								
	7	4								
9	4	4								
	5	-4								
10	4	0								
	6	0								
11	4	4								
	8	-4								
12	5	4								
	9	-4								
13	5	0								
	7	0								
14	6	-4								
	10	4								
15	6	0								
	8	0								
16	7	0								
	9	0								
17	7	-4								
	12	4								
18	8	8.25								
	10	-8.25								
19	8	0								
	11	0								
20	9	0								
	11	0								
21	9	8.25								
	12	-8.25								
22	8	4								
	9	-4								
23	10	-4								
	11	4								
24	11	-4								
	12	4								

GERİLMELER:	
Eleman	Sig _{xx} (kN/m ²)
1	4000
2	4000
3	4000
4	-8246.21
5	0
6	0
7	-8246.21
8	4000
9	-4000
10	0
11	-4000
12	-4000
13	0
14	4000
15	0
16	0
17	4000
18	-8246.21
19	0
20	0
21	-8246.21
22	-4000
23	4000
24	4000

HESAP SÜRESİ: 0.1556 Saniye



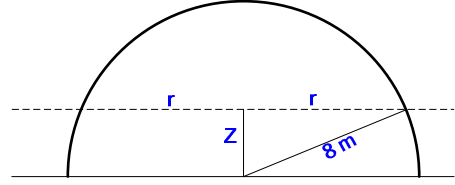
27. Uzak kafes örnek çözümleri

Örnek 27.3: Şekil 27.3 de verilen 8 m yarıçaplı yarı küre uzak kafes radar istasyonunun malzemesi çeliktir. Düşey dış yüklerden oluşan eleman kuvvetleri, reaksiyonlar ve yer değiştirmeleri hesaplanacaktır.

Elastisite modülü: $E=2 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$.

Tüm elemanlarda kesit alanı: $A = 10 \text{ cm}^2$

Geometri: Kafes sistemin noktaları yarı çapı 8 m olan yarı kürenin $Z=0.00 \text{ m}$, $Z=3.50 \text{ m}$, $Z=6.00 \text{ m}$, $Z=7.20 \text{ m}$, $Z=7.85 \text{ m}$ ve $Z=8.00 \text{ m}$ kotlarındaki çemberler üzerindedir. Bu kotlardaki çemberlerin yarıçapları sağda görülen bağıntılardan hesaplanır. Her çember istenilen sayıda elemana bölünür, oluşan noktaların şekil 27.3 deki gibi birleştirilmesi ile geometri elde edilir. Aşağıdaki tabloda çemberlerin yerden yüksekliği, yarıçapları, üzerindeki nokta sayısı ve bu noktadaki yükler verilmiştir.

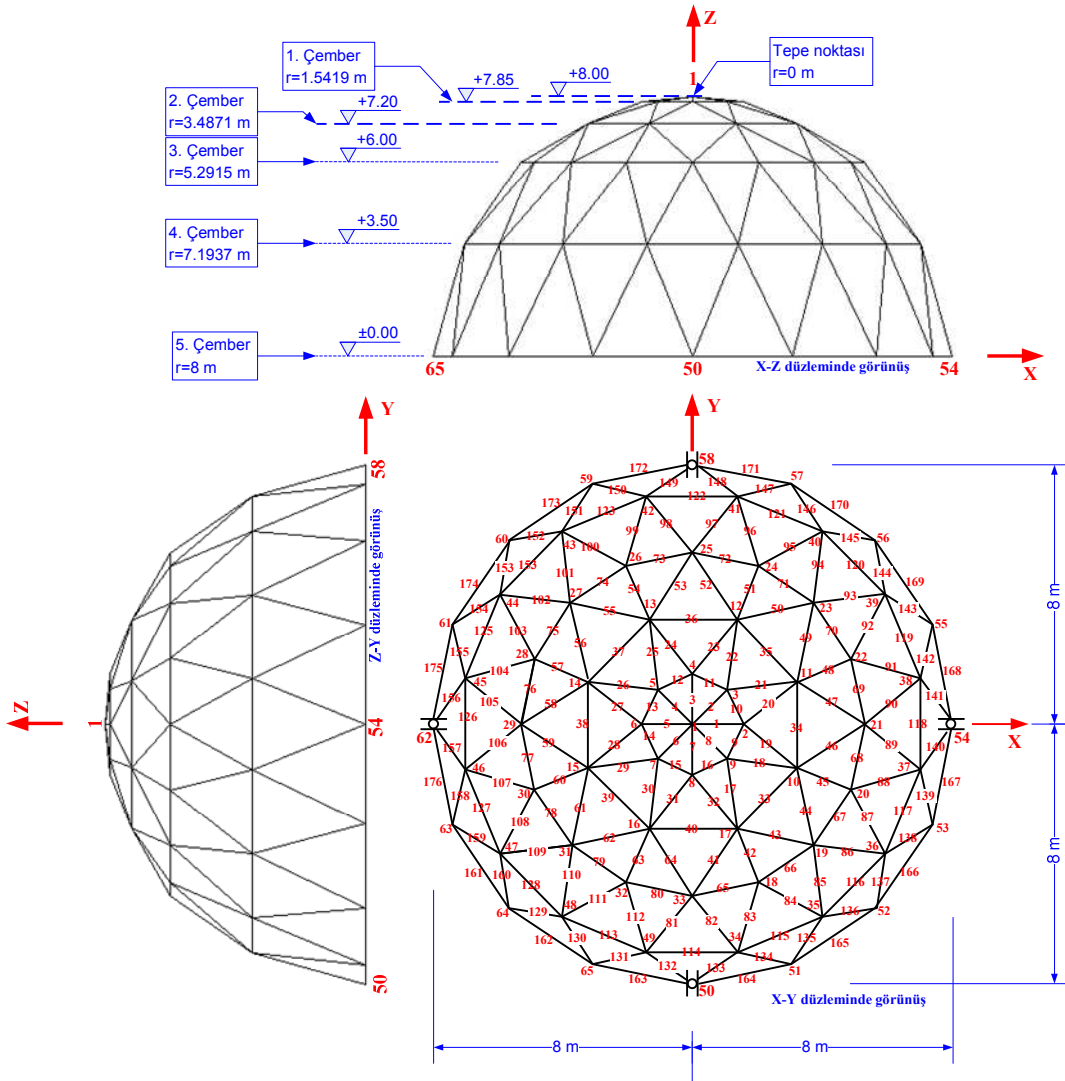


$$r^2 + Z^2 = 8^2 \rightarrow r = \sqrt{64 - Z^2}$$

$$Z = 3.5 \text{ m için: } r = \sqrt{64 - 3.5^2} = 7.1937 \text{ m}$$

Çember no	Kot (m)	Yarıçap (m)	Üzerindeki nokta sayısı	Her noktadaki düşey yük (kN)
Tepe noktası	8.00	0.0000	1	1.0
1.çember	7.85	1.5419	8	0.9
2.çember	7.20	3.4871	8	2.5
3.çember	6.00	5.2915	16	1.8
4.çember	3.50	7.1937	16	0.0
5.çember	0.00	8.0000	16	0.0

Mesnet koşulları: 5. çember üzerinde bulunan tüm noktalar Z doğrultusunda hareket edemez. Ayrıca, 50 ve 58 noktaları X doğrultusunda, 54 ve 62 noktaları Y doğrultusunda hareket edemez.



Şekil 27.3: Çözülmesi istenen uzak kafes sistem ve numaralandırma

27. Uzak kafes örnek çözümleri

Örnek 27.4: Şekil 27.4 de verilen petrol istasyonu çatısının düşey yüklerden oluşan eleman kuvvetleri, reaksiyonları ve yer değiştirmeleri hesaplanacaktır.

Elastisite modülü: $E=2 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$.

Tüm elemanlarda kesit alanı: $A = 10 \text{ cm}^2$

Geometri: Sistem taban kenarları $2 \times 2 \text{ m}$, yüksekliği 1.4142 m olan kare piramit modüllerin yan yana getirilmesi ve tepe noktalarının birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. 100 m^2 lik alanı kapatan çatı 13, 16, 46 ve 49 noktalarında kolonlara oturmaktadır.

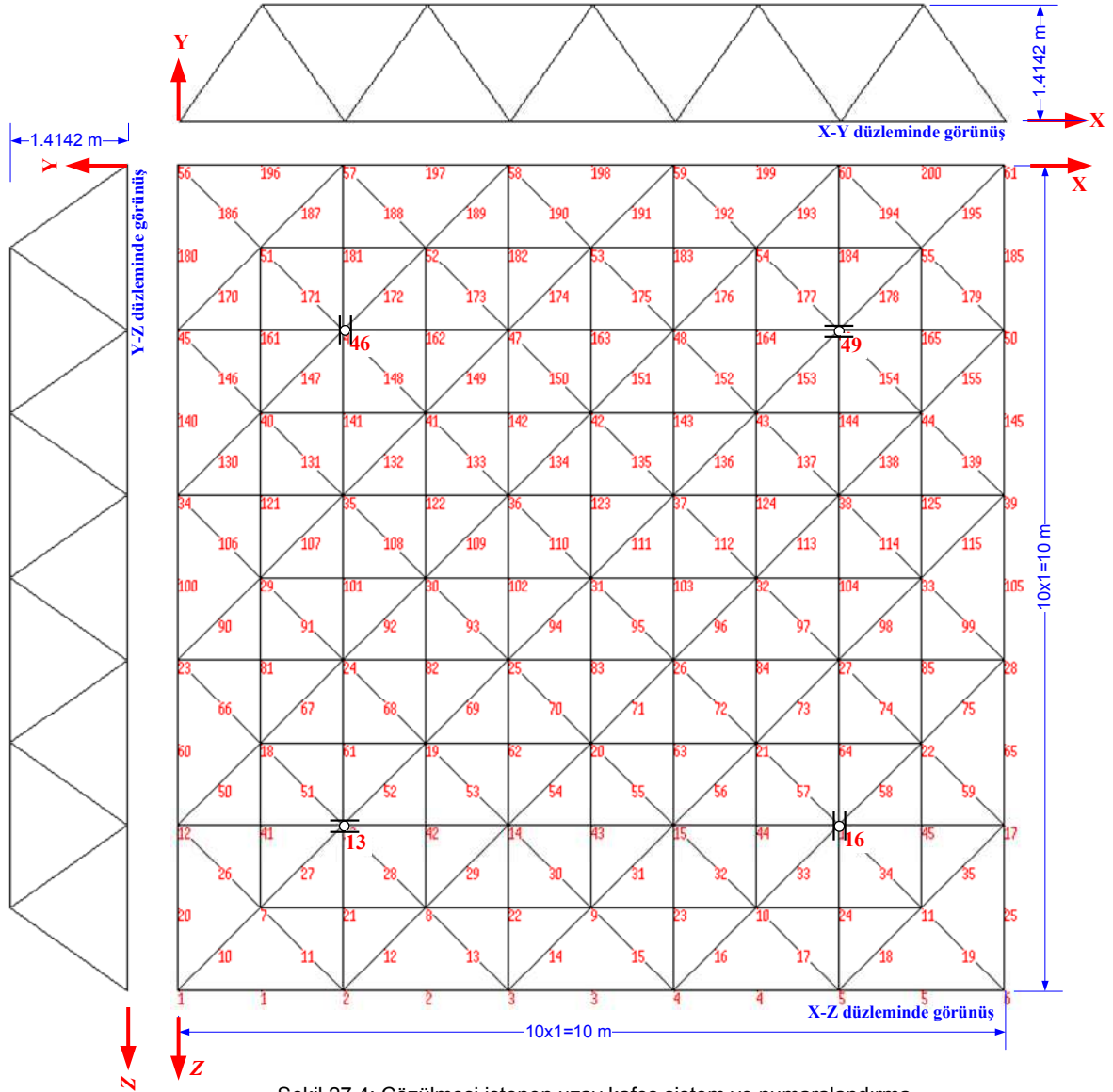
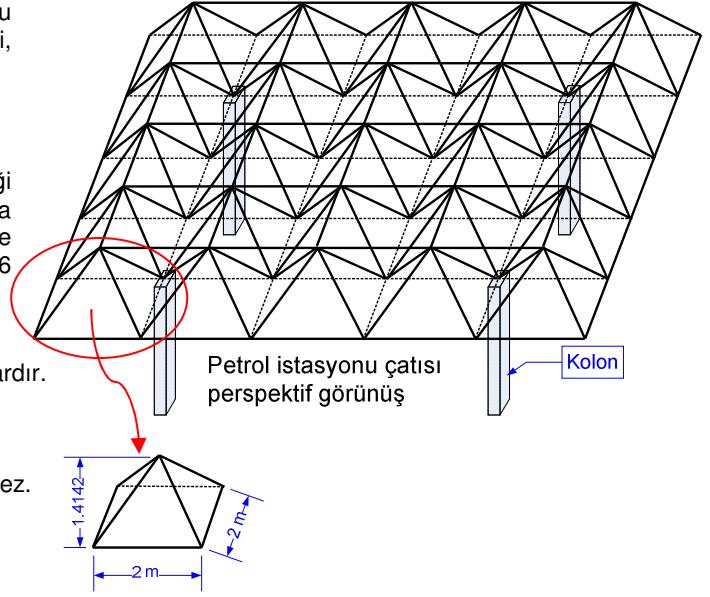
Yük: piramitlerin tepe noktalarında 10 kN düşey yük vardır.

Mesnet koşulları:

13, 16, 46, 49 noktaları Y doğrultusunda hareket edemez.

13, 49 noktaları Z doğrultusunda hareket edemez.

16, 46 noktaları X doğrultusunda hareket edemez.



Şekil 27.4: Çözülmesi istenen uzak kafes sistem ve numaralandırma

27. Uzay kafes örnek çözümleri

SEM2015, ©Ahmet TOPÇU, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

ÖRNEK 27.4 Uzay kafes-petrol istasyonu çatısı

SİSTEM:Uzay kafes

Nokta sayısı: 61, Eleman sayısı: 200

Yüklü nokta sayısı: 25, Sınır koşullu nokta sayısı: 4

Denklemler sayısı: 183, Bilinmeyen yayısı: 208, Hiperstatiklik derecesi: 25

ELEMEN YEREL KUVVETLERİ:			REAKSİYONLAR:					
Eleman	Nokta	Normal(kN)	Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My
1	1	0	13		62.5	0		
	2	0	16	0	62.5			
2	2	-2.55	46	0	62.5			
	3	2.55	49		62.5	0		
3	3	-6.22						
	4	6.22						
4	4	-2.55						
	5	2.55						
5	5	0						
	6	0						
6	7	-9.62						
	8	9.62						
7	8	7.86						
	9	-7.86						
8	9	7.86						
	10	-7.86						
9	10	-9.62						
	11	9.62						
10	1	0						
	7	0						
11	2	-2.55						
	7	2.55						
12	2	2.55						
	8	-2.55						
13	3	-3.67						
	8	3.67						
14	3	3.67						
	9	-3.67						
15	4	3.67						
	9	-3.67						
16	4	-3.67						
	10	3.67						
17	5	2.55						
	10	-2.55						
18	5	-2.55						
	11	2.55						
19	6	0						
	11	0						
20	1	0						
	12	0						
21	2	0						
	13	0						
22	3	0						
	14	0						
23	4	0						
	15	0						
24	5	0						
	16	0						
25	6	0						
	17	0						
26	12	-2.55						
	7	2.55						
27	13	19.24						
	7	-19.24						
28	13	22						
	8	-22						
29	14	-6.74						
	8	6.74						
30	14	3.4						
	9	-3.4						
31	15	3.4						
	9	-3.4						
32	15	-6.74						
	10	6.74						
33	16	22						
	10	-22						

SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:			
Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)
1	-0.000207	-0.000114	-9.4E-5
2	-0.000207	-0.000182	0
3	-0.000181	-0.000454	4.4E-5
4	-0.000119	-0.000454	0.000104
5	-9.4E-5	-0.000182	0.00018
6	-9.4E-5	-0.000114	0.000207
7	-0.000138	-0.00017	-0.000103
8	-4.2E-5	-0.000372	-5.3E-5
9	-0.00012	-0.000616	-5E-5
10	-0.000199	-0.000372	6.7E-5
11	-0.000103	-0.00017	0.000138
12	-0.00018	-0.000182	-9.4E-5
13	-0.00018	0	0
14	-0.000151	-0.000613	4.4E-5
15	-3E-5	-0.000613	0.000104
16	0	0	0.00018
17	0	-0.000182	0.000207
18	-6.7E-5	-0.000372	-0.000199
19	1.4E-5	-0.000588	-0.000135
20	-6E-5	-0.000823	-4.7E-5
21	-0.000135	-0.000588	-1.4E-5
22	-5.3E-5	-0.000372	4.2E-5
23	-0.000104	-0.000454	-0.000119
24	-0.000104	-0.000613	-3E-5
25	-7.1E-5	-0.000838	1.1E-5
26	1.1E-5	-0.000838	7.1E-5
27	4.4E-5	-0.000613	0.000151
28	4.4E-5	-0.000454	0.000181
29	5E-5	-0.000616	-0.00012
30	4.7E-5	-0.000823	-6E-5
31	0	-0.000946	0
32	-4.7E-5	-0.000823	6E-5
33	-5E-5	-0.000616	0.00012
34	-4.4E-5	-0.000454	-0.000181
35	-4.4E-5	-0.000613	-0.000151
36	-1.1E-5	-0.000838	-7.1E-5
37	7.1E-5	-0.000838	-1.1E-5
38	0.000104	-0.000613	3E-5
39	0.000104	-0.000454	0.000119
40	5.3E-5	-0.000372	-4.2E-5
41	0.000135	-0.000588	1.4E-5
42	6E-5	-0.000823	4.7E-5
43	-1.4E-5	-0.000588	0.000135
44	6.7E-5	-0.000372	0.000199
45	0	-0.000182	-0.000207
46	0	0	-0.00018
47	3E-5	-0.000613	-0.000104
48	0.000151	-0.000613	-4.4E-5
49	0.00018	0	0
50	0.00018	-0.000182	9.4E-5
51	0.000103	-0.00017	-0.000138
52	0.000199	-0.000372	-6.7E-5
53	0.00012	-0.000616	5E-5
54	4.2E-5	-0.000372	5.3E-5
55	0.000138	-0.00017	0.000103
56	9.4E-5	-0.000114	-0.000207
57	9.4E-5	-0.000182	-0.00018
58	0.000119	-0.000454	-0.000104

Sonuçların bir kısmı

HESAP SÜRESİ: 2.0782 Saniye

27. Uzak kafes örnek çözümleri

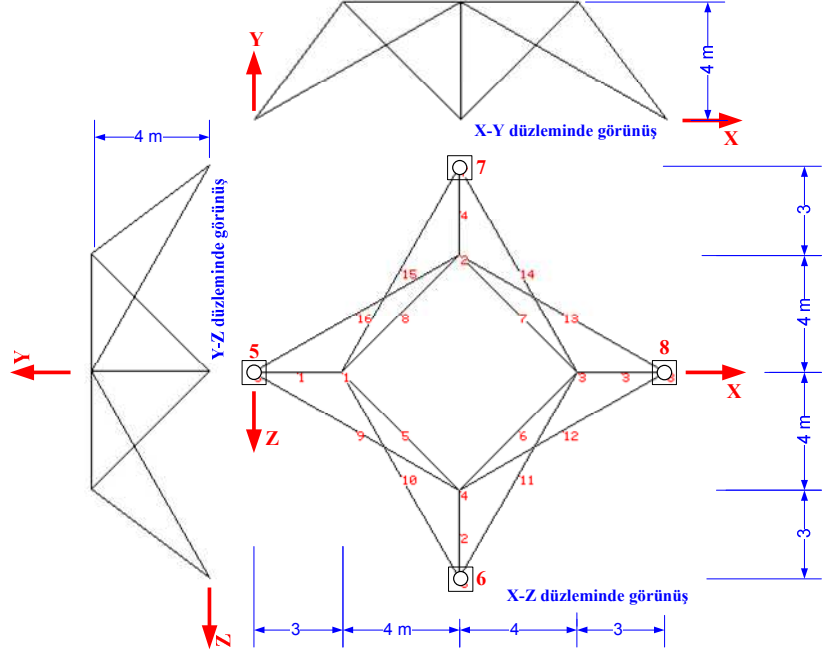
Örnek 27.5: Malzemesi çelik olan Şekil 27.5 deki uzak kafes sistemin¹ düşey yüklerden oluşan eleman kuvvetleri, reaksiyonları, gerilmeleri ve yer değiştirmeleri hesaplanacaktır.

Elastisite modülü: $E=2 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$.

Kesit alanı: $A = 30 \text{ cm}^2$ (1-4 nolu elemanlarda), $A = 10 \text{ cm}^2$ (5-8 nolu elemanlarda), $A = 20 \text{ cm}^2$ (9-16 nolu elemanlarda).

Düşey yük: 10 kN (1-4 noktalarında)

Mesnetler: 5-8 noktalarında X, Y ve Z doğrultusunda hareket önlenmiştir.



Şekil 27.5: Çözülmesi istenen uzak kafes sistem ve numaralandırma

SEM2015, ©Ahmet TOPÇU, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

ÖRNEK 27.5 Uzak kafes-Çakırođlu-Özden-Özmen, S. 172

SİSTEM:Uzak kafes

Nokta sayısı: 8, Eleman sayısı: 16

Yüklü nokta sayısı: 4, Sınır koşullu nokta sayısı: 4

Denklemler sayısı: 24, Bilinmeyen sayısı: 28, Hiperstatiklik derecesi: 4

ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:			REAKSİYONLAR:			SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:				
Eleman	Nokta	Normal(kN)	Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)
1	5	9.02	5	10.29	10	0	1	3.7E-5	-0.000122	0
	1	-9.02	6	0	10	-10.29	2	0	-0.000122	3.7E-5
2	6	9.02	7	0	10	10.29	3	-3.7E-5	-0.000122	0
	4	-9.02	8	-10.29	10	0	4	0	-0.000122	-3.7E-5
3	8	9.02					5	0	0	0
	3	-9.02					6	0	0	0
4	7	9.02					7	0	0	0
	2	-9.02					8	0	0	0
5	1	1.85								
	4	-1.85								
6	4	1.85								
	3	-1.85								
7	3	1.85								
	2	-1.85								
8	2	1.85								
	1	-1.85								
9	5	3.14								
	4	-3.14								
10	6	3.14								
	1	-3.14								
11	6	3.14								
	3	-3.14								
12	8	3.14								
	4	-3.14								
13	8	3.14								
	2	-3.14								
14	7	3.14								
	3	-3.14								
15	7	3.14								
	1	-3.14								
16	5	3.14								
	2	-3.14								

GERİLMELER:	
Eleman	Sigxx(kN/m ²)
1	-3005.05
2	-3005.05
3	-3005.05
4	-3005.05
5	-1853.46
6	-1853.46
7	-1853.46
8	-1853.46
9	-1568.19
10	-1568.19
11	-1568.19
12	-1568.19
13	-1568.19
14	-1568.19
15	-1568.19
16	-1568.19

HESAP SÜRESİ: 0.1051 Saniye

¹ Bu sistem, Çakıroğlu, A., Özden, E., Özmen G., Yapı sistemlerinin hesabı için Matris metodları II, İTÜ, 1970, Sayfa172 den alınmıştır.