

# **MAK NE ELEMANLARI - II**

**ÖRNEK SORULAR VE  
ÇÖZÜMLER**

# KAYMALI YATAKLAR

## ÖRNEK:

- Bir buhar türbininde kullanılan aksenal Michell yata na gelen toplam yük  $F=38000$  N,  $n=3540$  dev/dk,  $d=210$  mm,  $D=360$  mm, lokma sayısı 6 ve toplam lokma alanı  $310$  mm<sup>2</sup> oldu una göre;
  - a) Ortalama yatak basıncını
  - b) Lokma boyutlarını
  - c) Kullanılan ya ın viskozitesini ve yata ın sürtünme katsayısını
  - d) Lokmaların mesnet noktalarını (e) hesaplayınız.
  - e) Yata ın ısı kontrolünü yapınız.

# KAYMALI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

a) Ortalama basınç yükün toplam alana oranı oldu undan  $p = \frac{F}{zbL} = \frac{38000}{31000} = 1,23N / m$

b) Lokma boyu ve geni li i  $L \cong \frac{D-d}{2} = \frac{360-210}{2} = 75mm$   $b = \frac{zbL}{zL} = \frac{310}{6.75} = 69mm$

c) Kullanılacak ya ın **viskozitesi** karakteristik yük sayısından bulunabilir.

$$w = \frac{F_1 f}{Uy} \left( \frac{h_0}{b} \right)^2 \quad \text{Burada} \quad F_1 = \frac{F}{L} = \frac{F_t}{zL} \quad f: \text{düzeltme faktörü}$$

Viskozite terimi çekilirse,  $y = \frac{F_t f}{zULW_\infty} \frac{h_0^2}{b^2}$  Viskozite geçi hızı için hesaplanacaktır.

$$n_{gecis} = 0,3 \times 3540 = 1062 dev / dk \quad U_{gecis} = \frac{fn_{gecis}D_0}{60} = \frac{f \cdot 1062 \cdot 0,285}{60} = 15,84m / s$$

$0,01 < h_0 \geq 5 \cdot 10^{-5} \cdot D_0$  olmalı idi.  $h_0 = 5 \cdot 10^{-5} \cdot 285 = 0,01425mm$  bulunur.

# KAYMALI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

E im için bir seçim yapılmalıdır. Pratikte tavsiye edilen değerlerden 1,5 alırsa tablodan  $\phi=0,1577$  okunur.

Eğik kayma yüzeylerine (plakalara) ait pratik değerler

m	$\phi$	$\sqrt{\phi}$	$\Theta$	K	C	e/b
0,7	0,1476	0,384	0,808	2,10	5,48	0,052
1	0,15894	0,399	0,7726	1,94	4,86	0,068
1,2	<b>0,16</b>	0,40	0,76	1,90	4,80	0,078
1,5	0,15773	0,397	0,7292	1,84	<b>4,62</b>	0,090
2	0,1479	0,384	0,6970	1,82	4,71	0,108
3	0,12696	0,352	0,6998	1,84	5,24	0,134
4	0,1035	0,322	0,6094	1,90	5,89	0,154

$\frac{L}{b} = \frac{75}{69} = 1,086$  ve m=1,5 için düzeltme faktörü f=2,12 olarak interpolasyonla bulunur.

$\frac{L}{b}$	$\infty$	4	2	1,33	1	0,8	0,667	0,5
m=1 f	1	1,19	1,44	1,79	2,305	2,91	3,585	5,41
m=2 f	1	1,18	1,41	1,74	2,18	2,74	3,38	4,83

# KAYMALI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

$$y = \frac{38000 \cdot 2,12}{6 \cdot (15,84) \cdot (0,075) \cdot (0,1577)} \left( \frac{0,01425}{69} \right)^2 = 30 \cdot 10^{-4} \text{Ns/m} \quad \text{ya da } 3 \text{ cP olarak bulunur.}$$

Bu çok ince bir ya dır. 10 cP'nin altındaki ya lar ya layıcı olarak uygun bulunmazlar. Bu nedenle standartlardan 31,5 cP'lik bir ya seçilmi tir (50 °C'de). Bu durumda  $h_0$ ;

### Sürtünme katsayısı

$$h_0^2 = \frac{y b^2 z U W L}{F_t f} \quad \text{ifadesinde viskozite } 31,5 \text{ cP olarak yazılarak } 0,046 \text{ mm olarak bulunur.}$$

**Viskozite artı rının ya filmi kalınlı nı da arttırdı na dikkat edilmelidir.**

iletme sırasındaki ya filmi kalınlı ı;

$$U_{isletme} = \frac{f n_{isletme} D_0}{60} = \frac{f \cdot 3560 \cdot 0,285}{60} \cong 52,8 \text{ m/s} \quad \text{Geçi ve i letme durumları için,}$$

$$\frac{h_{0_{isletme}}}{h_{0_{gecis}}} = \sqrt{\frac{U_{isletme}}{U_{gecis}}} = \sqrt{\frac{52,8}{15,84}} = 1,83 \quad \text{ve} \quad h_{0_{isletme}} = 1,83 \cdot 0,046 = 0,084 \text{ mm} \quad \text{bulunur.}$$

# KAYMALI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

m=1,5 için tablodan C değeri 4,62 olarak okunur.  $\delta = fC \frac{h_0}{b} = 2,12 \cdot 4,62 \cdot \frac{0,084}{69} = 0,0119$  bulunur.

Eğik kayma yüzeylerine (plakalara) ait pratik değerler

m	$\phi$	$\sqrt{\phi}$	$\Theta$	K	C	e/b
0,7	0,1476	0,384	0,808	2,10	5,48	0,052
1	0,15894	0,399	0,7726	1,94	4,86	0,068
1,2	<b>0,16</b>	0,40	0,76	1,90	4,80	0,078
1,5	0,15773	0,397	0,7292	1,84	<b>4,62</b>	0,090
2	0,1479	0,384	0,6970	1,82	4,71	0,108
3	0,12696	0,352	0,6998	1,84	5,24	0,134
4	0,1035	0,322	0,6094	1,90	5,89	0,154

d) Yine aynı tablodan m=1,5 için e/b=0,09 olarak okunur.

O halde  $e = 0,09 \cdot b = 0,09 \cdot 69 = 6,21mm$

# KAYMALI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

e) Isı dengesi için ortaya çıkan ısı;

$$Q_s = 0,86 \cdot FU = 0,86 \cdot 0,0119 \cdot 38000 \cdot 52,8 = 20533,5 \text{ kcal / saat}$$

Cidarlardan dışarı atılan ısı (kendi kendini soğutma durumu)

$$Q_c = r A_c \Delta t$$

$$A_c = 10 f D_0 L = 10 \cdot f \cdot 0,285 \cdot 0,075 = 0,74 \text{ m}^2$$

$$\Delta t = 40^\circ \text{ C}$$

$$Q_c = 592 \text{ kcal / saat} \quad \text{bulunur.}$$

$$r = 20 \text{ kcal / m}^2 \text{ }^\circ \text{ C saat}$$

$Q_s \gg Q_c$  olduğundan yağ ile soğutma gerekmektedir. Yağ ile atılan ısı;

$$Q_y = c G \Delta t' \quad \text{Çıkan ısının tamamını yağla atabilmek için } Q_y = Q_s$$

$$c = 0,04 \text{ kcal / N}^\circ \text{ C} \quad G = \frac{(Q_y = Q_s)}{c \Delta t} = \frac{20533,5}{0,04 \cdot 15} = 34222,5 \text{ N / saat}$$

$$\Delta t' = 15^\circ \text{ C}$$

**Pratikte bu kadar yağ a gerek duyulmaz.**

$$\text{Hacimsel olarak; } G_{\text{hacimsel}} = \frac{G}{x} = \frac{34222,5}{8820} = 3,88 \text{ m}^3 / \text{ saat}$$

# KAYMALI YATAKLAR

Hidrodinamik yağlama teorisinin radyal yataklara uygulanması

ÖRNEK:

- Bir elektrik motoruna ait radyal kaymalı yatağa  $F=5000\text{N}$  yük gelmektedir. İşletme durumunda milin hızı  $900\text{ dev/dk}$  olup yatak malzemesi beyaz madendir. Yatağı boyutlandırınız.



# KAYMALI YATAKLAR

## Hidrodinamik yağlama teorisinin radyal yataklara uygulanması

### ÇÖZÜM:

- Geniçlik/çap oranı 1 alındı. Beyaz maden için ortalama basınç 1MPa olarak tablodan belirlenmiştir.

$$p_0 = \frac{F}{LD} = \frac{F}{D^2} \quad \text{olup } D=70\text{mm, } L=70 \text{ mm olarak belirlenir.}$$

$$\text{Çevre hızı: } U = \omega r = \frac{2fn}{60} \cdot \frac{70}{2} = 3,3 \text{ m/s}$$

- Boyutsuz boşluk:  $\epsilon = 0,0008 \sqrt{3,3} \approx 0,001$

ISO-Toleransları ile elde edilen ortalama  $\psi$  değerleri ( $1 \times 10^{-3}$  olarak)  
(MEP Cetvel 10.9)

Çap (mm)	H7/g6	H7/f7	H7/e8	H7/d8
30-50	0,74	1,25	2,05	2,8
50-80	0,53	0,92	1,50	2,12
80-120	0,41	0,71	1,16	1,65
120-180	0,31	0,55	0,91	1,31
180-250	0,24	0,45	0,74	1,06

- Tablodan bu durum H7/f7 toleransı ile gerçekleşir. (0,001 yaklaşık olarak 0,00092)

# KAYMALI YATAKLAR

## Hidrodinamik ya lama teorisinin radyal yataklara uygulanması

### ÇÖZÜM:

- Minimum film kalınlığı 0,01 mm seçildi.

$$h_0 = c(1-v) \quad 2c = \epsilon D = 70.0,00092 = 0,07 \text{ mm} \quad c = 0,035 \text{ mm} \quad v = 1 - \frac{h_0}{c} = 1 - \frac{0,01}{0,035} = 0,7$$

- $v = 0,7$  için tablolardan  $1/s_0 = 0,48$ ,  $\mu/\psi = 2,36$ ,  $\beta = 18$  okunur.

	$\epsilon$	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6
$L/D=1$	$1/s_0$	0,054	0,12	0,28	0,48	0,75
	$\mu/\psi$	0,675	1,06	1,71	2,36	3,21
$L/D=1/2$	$1/s_0$	0,075	0,196	0,577	1,16	2,01
	$\mu/\psi$	0,869	1,59	3,25	5,48	8,08

$\epsilon$  a bağlı olarak  $\beta$  yağ debisi faktörü (MEP Cetvel 10.11)

$\epsilon$	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
$L/D=1$ için $\beta$	8	12	18	25	33
$L/D=0,5$ için $\beta$	6	14	25	45	

# KAYMALI YATAKLAR

## Hidrodinamik ya lama teorisinin radyal yataklara uygulanması

**ÇÖZÜM:**

$$S_0 = \frac{p_0 \epsilon^2}{\gamma w} \quad \text{ise} \quad \gamma = \frac{p_0 \epsilon^2}{S_0 w} \quad \text{olur. Hesaplamalar geçi hızı için yapılır.}$$

$$w_{gecis} = \frac{f n_{gecis}}{30} = \frac{f \cdot 300}{30} = 31,4 \quad 1/s \quad p_0 = 1MPa = 1 \cdot 10^6 Pa (N/m^2)$$

$$\gamma = \frac{1 \cdot 10^6 (0,00092)^2}{0,48 \cdot 31,4} = 16cP$$

$$\text{Sürtünme katsayısı: } \sim = 2,36 \epsilon = 2,36 \cdot (0,00092) = 0,00236$$

$$\text{Sürtünme ısı: } Q_s = 0,86 \sim F U = 0,86 (0,00236) (5000) (3,3) = 30 kcal / saat$$

$$\text{Yatak cidarından dışarı atılan ısı: } A_c = 15 D^2 = 15 (0,007)^2 = 0,735 m^2$$

$$Q_c = r A_c \Delta t = 20 (0,735) (40) = 58,8 kcal / saat$$

$Q_c > Q_s$  olduğundan yağ ile ekstra soğutmaya gerek yoktur. Yağ filmi oluşması için,

$$G_{film} = \frac{D^2 L \sim n}{320 s} = \frac{7^2 \cdot 7 \cdot 0,0024 \cdot 900}{320 \cdot 18} = 128 cm^3 / dk = 0,128 lt / dak$$

# RULMANLI YATAKLAR

## ÖRNEK:

- 10000 saat ömür biçilen bir silindirik makaralı rulman 25 kN de erinde radyal yük ta ıyacaktır. E er çalı ma devri 1500 dev/dk ise bu rulmanın sahip olması gereken dinamik yük sayısının en küçük de eri kaç kN'dur?

# RULMANLI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

- İlk olarak devir cinsinden rulman ömrü hesaplanırsa;

$$L = 10000(\text{saat}) \cdot 1500(\text{dev} / \text{dk}) \cdot 60 / 1(\text{dk} / \text{saat}) = 900 \cdot 10^6 \text{ devir}$$

- Bir rulmanın ömür ifadesinden:

$$L = \left( \frac{C}{P} \right)^v \Rightarrow 900 = \left( \frac{C}{25000} \right)^{10/3} \Rightarrow C = 192403N = 192,4kN$$

# RULMANLI YATAKLAR

## ÖRNEK:

- 75 mm çapındaki bir milin muylusuna gelen radyal yük 5000N'dur. Sabit bilyalı rulmanla yataklanan ve 300 dev/dk ile dönen bu milde yatak ömrünün 10000 saat olması için hangi rulman seçilmelidir?

# RULMANLI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

- Mil 10000 saatte;  
 $L = 10000.60.300$   
 $= 180.10^6 \text{ devir}$   
 dönecektir.

Rulman tablosunda 75 mm çaplı birden fazla rulman bulunmaktadır.

Tablo 18.1 Sabit Bilyalı Yataklar için Boyutlar ve Dinamik/Statik Yük Sayıları

Delik Sayısı	d [mm]	Yatak Dizisi 160				Yatak Dizisi 60				Yatak Dizisi 62				Yatak Dizisi 63				Yatak Dizisi 64			
		D [mm]	B [mm]	C [kN]	C <sub>0</sub> [kN]	D [mm]	B [mm]	C [kN]	C <sub>0</sub> [kN]	D [mm]	B [mm]	C [kN]	C <sub>0</sub> [kN]	D [mm]	B [mm]	C [kN]	C <sub>0</sub> [kN]	D [mm]	B [mm]	C [kN]	C <sub>0</sub> [kN]
00	10					26	8	2,85	1,53	30	9	3,90	2,20	35	11	6,20	3,55				
01	12					28	8	3,10	1,73	32	10	5,30	2,90	37	12	7,50	4,25				
02	15	32	8	4,00	2,20	32	9	4,30	2,50	35	11	6,00	3,45	42	13	8,65	5,10				
03	17	35	8	4,30	2,50	35	10	4,55	2,80	40	12	7,35	4,30	47	14	10,4	6,20	62	17	17,6	10,8
04	20	42	8	5,00	3,05	42	12	7,20	4,40	47	14	9,80	6,20	52	15	12,2	7,50	72	19	23,6	15,3
05	25	47	8	5,50	3,65	47	12	7,65	4,90	52	15	10,8	6,95	62	17	16,3	10,2	80	21	27,5	18,6
06	30	55	9	8,65	5,85	55	13	9,80	6,55	62	16	15,0	9,80	72	19	21,6	14,3	90	23	32,5	22,8
07	35	62	9	9,50	6,95	62	14	12,2	8,50	72	17	19,6	13,4	80	21	25,5	17,3	100	25	42,5	30,0
08	40	68	9	10,2	7,8	68	15	12,9	9,30	80	18	22,4	15,6	90	23	31,0	21,6	110	27	49,0	36,5
09	45	75	10	12,0	9,3	75	16	15,3	11,6	85	19	25,0	17,6	100	25	40,5	29,0	120	29	58,5	43,0
10	50	80	10	12,2	10,0	80	16	16,0	12,5	90	20	27,0	19,6	110	27	47,5	34,5	130	31	67,0	49,0
11	55	90	11	15,0	12,2	90	18	21,6	17,0	100	21	33,5	25,0	120	29	55,0	41,5	140	33	76,5	58,5
12	60	95	11	15,3	13,3	95	18	21,2	17,3	110	22	36,5	28,0	130	31	63,0	47,5	150	35	83,0	65,5
13	65	100	11	16,3	14,6	100	18	22,0	18,3	120	23	43,0	34,0	140	33	71,0	54,0	160	37	91,5	75,0
14	70	110	13	20,0	18,0	110	20	29,0	24,5	125	24	47,5	37,5	150	35	80,0	62,0	180	42	100	90,0
15	75	115	13	20,4	19,3	115	20	30,5	26,0	130	25	51,0	40,5	160	37	81,5	71,0	190	45	118	108
16	80	125	14	24,5	23,2	125	22	36,5	31,5	140	26	56,0	45,0	170	39	88,0	72,0	200	48	125	118
17	85	130	14	24,5	23,6	130	22	38,0	33,5	150	28	64,0	53,0	180	41	96,5	83,0	210	52	132	129
18	90	140	16	30,0	28,5	140	24	45,0	39,0	160	30	71,0	60,0	190	43	104	90,0	225	54	143	143
19	95	145	16	31,0	30,5	145	24	46,5	41,5	170	32	83,0	69,5	200	45	110	100				

# RULMANLI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

Rulman tablosunda 75 mm çaplı birden fazla rulman bulunmaktadır. En küçük ü ile hesaba alınır;

Rulman boyutları:  $d=75$  mm;  $D=115$  mm;  $B=13$  mm;  $C=20,4$  kN

$$L = \left( \frac{C}{P} \right)^v = \left( \frac{20400}{5000} \right)^3 \cong 68.10^6 \text{ devir} < 180.10^6 \text{ devir}$$

Bu rulmanın ömrü yeterli değildir. Aynı çaptaki daha geniş rulman dikkate alınır;

Rulman boyutları:  $d=75$  mm;  $D=115$  mm;  $B=20$  mm;  $C=30,5$  kN

$$L = \left( \frac{C}{P} \right)^v = \left( \frac{30500}{5000} \right)^3 \cong 227.10^6 \text{ devir} > 180.10^6 \text{ devir}$$

Bu rulman seçim için uygundur.



# RULMANLI YATAKLAR

## ÖRNEK:

- Rulman 6320, 100 kN yük taşıyacaktır. Bu yükü ne kadar devir süresince taşıyabilir?

# RULMANLI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

6320

↳ d=5.20=100 mm

Sabit bilyalı rulman

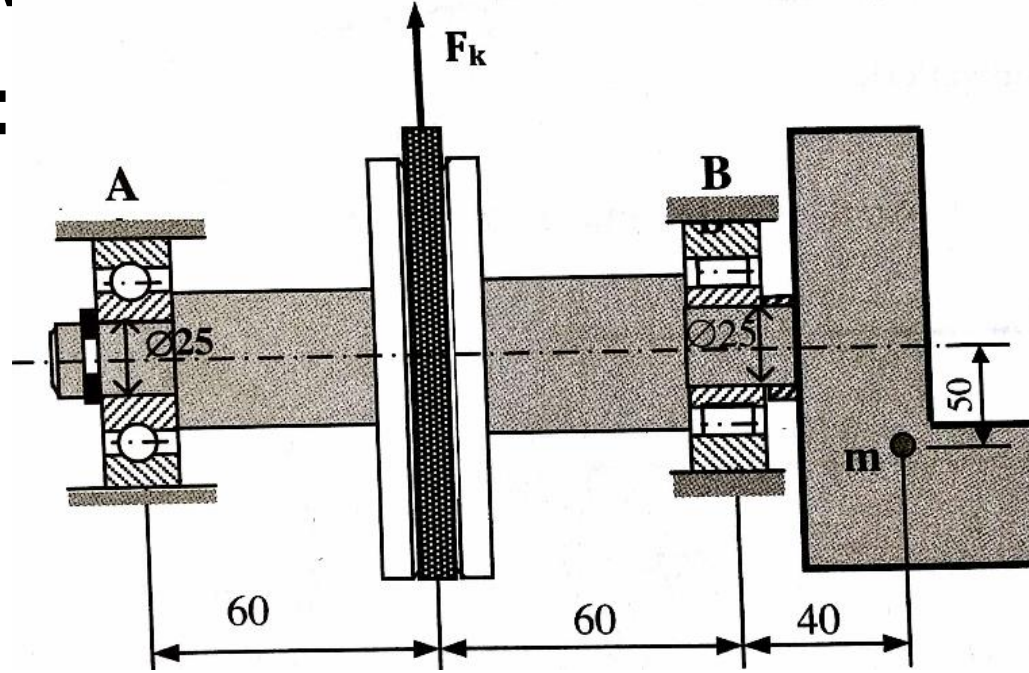
Tablodan delik sayısı 20 için yatak dizini 63 sütununda dinamik yük sayısı C=127 kN okunur.

Delik Sayısı	d [mm]	Yatak Dizisi 160				Yatak Dizisi 60				Yatak Dizisi 62				Yatak Dizisi 63				Yatak Dizisi 64			
		D [mm]	B [mm]	C [kN]	C <sub>0</sub> [kN]	D [mm]	B [mm]	C [kN]	C <sub>0</sub> [kN]	D [mm]	B [mm]	C [kN]	C <sub>0</sub> [kN]	D [mm]	B [mm]	C [kN]	C <sub>0</sub> [kN]	D [mm]	B [mm]	C [kN]	C <sub>0</sub> [kN]
00	10					26	8	2,85	1,53	30	9	3,90	2,20	35	11	6,20	3,55				
01	12					28	8	3,10	1,73	32	10	5,30	2,90	37	12	7,50	4,25				
02	15	32	8	4,00	2,20	32	9	4,30	2,50	35	11	6,00	3,45	42	13	8,65	5,10				
03	17	35	8	4,30	2,50	35	10	4,55	2,80	40	12	7,35	4,30	47	14	10,4	6,20	62	17	17,6	10,8
04	20	42	8	5,00	3,05	42	12	7,20	4,40	47	14	9,80	6,20	52	15	12,2	7,50	72	19	23,6	15,3
05	25	47	8	5,50	3,65	47	12	7,65	4,90	52	15	10,8	6,95	62	17	16,3	10,2	80	21	27,5	18,6
06	30	55	9	8,65	5,85	55	13	9,80	6,55	62	16	15,0	9,80	72	19	21,6	14,3	90	23	32,5	22,8
07	35	62	9	9,50	6,95	62	14	12,2	8,50	72	17	19,6	13,4	80	21	25,5	17,3	100	25	42,5	30,0
08	40	68	9	10,2	7,8	68	15	12,9	9,30	80	18	22,4	15,6	90	23	31,0	21,6	110	27	49,0	36,5
09	45	75	10	12,0	9,3	75	16	15,3	11,6	85	19	25,0	17,6	100	25	40,5	29,0	120	29	58,5	43,0
10	50	80	10	12,2	10,0	80	16	16,0	12,5	90	20	27,0	19,6	110	27	47,5	34,5	130	31	67,0	49,0
11	55	90	11	15,0	12,2	90	18	21,6	17,0	100	21	33,5	25,0	120	29	55,0	41,5	140	33	76,5	58,5
12	60	95	11	15,3	13,3	95	18	21,2	17,3	110	22	36,5	28,0	130	31	63,0	47,5	150	35	83,0	65,5
13	65	100	11	16,3	14,6	100	18	22,0	18,3	120	23	43,0	34,0	140	33	71,0	54,0	160	37	91,5	75,0
14	70	110	13	20,0	18,0	110	20	29,0	24,5	125	24	47,5	37,5	150	35	80,0	62,0	180	42	100	90,0
15	75	115	13	20,4	19,3	115	20	30,5	26,0	130	25	51,0	40,5	160	37	81,5	71,0	190	45	118	108
16	80	125	14	24,5	23,2	125	22	36,5	31,5	140	26	56,0	45,0	170	39	88,0	72,0	200	48	125	118
17	85	130	14	24,5	23,6	130	22	38,0	33,5	150	28	64,0	53,0	180	41	96,5	83,0	210	52	132	129
18	90	140	16	30,0	28,5	140	24	45,0	39,0	160	30	71,0	60,0	190	43	104	90,0	225	54	143	143
19	95	145	16	31,0	30,5	145	24	46,5	41,5	170	32	83,0	69,5	200	45	110	100				
20	100	150	16	34,0	32,5	150	24	46,5	41,5	180	34	95,0	78,0	215	47	127	120				
21	105	160	18	31,0	32,0	160	26	55,0	50,0	190	36	102	90,0	225	49	134	132				

$$L = \left( \frac{C}{P} \right)^v = \left( \frac{127}{100} \right)^3 \cong 2,048 \cdot 10^6 \text{ devir}$$

# RULMANLI YATAKLAR

## ÖRNEK:



$$F_m = \frac{F_{\min} + 2.F_{\max}}{3}$$

- A ve B yatakları arasında takılı bir kasnak vasıtası ile tahrik edilen milin sağ ucuna ağırlık merkezi dönme ekseninden 50 mm mesafede olan  $m=5\text{kg}$  kütleli eksantrik bir eleman takılıdır.
- Çalışma sırasında kasnakı döndüren kayış kollarına etki eden toplam radyal kuvvet 3400 N ve milin dönme hızı 750 dev/dk'dır.
- A yatağı için tek sıralı sabit bilyalı, B yatağı için NU tipi silindirik makaralı rulman kullanılacaktır. Her iki yatağın da 10000 saat işletme ömrüne sahip olmaları istenildiğine göre, uygun rulmanları seçiniz.
- **m kütleli ağırlık etkisi dikkate alınmayacaktır.**



# RULMANLI YATAKLAR

## ÖRNEK:

Seçilen rulman kataloğundaki tek sıralı sabit bilyalı rulmanlar

Sembol	d (mm)	D (mm)	B (mm)	C (kN)	C <sub>0</sub> (kN)
16005	25	47	8	7,99	4,57
6005	25	47	12	11,2	6,0
6205	25	52	15	15,7	8,3
6305	25	62	17	26,7	13,9
6405	25	80	21	40,8	22,2

Seçilen rulman kataloğundaki silindirik makaralı rulmanlar

Sembol	d (mm)	D (mm)	B (mm)	C (kN)	C <sub>0</sub> (kN)
NU1005	25	47	12	13,3	11,2
NU205	25	52	15	17,7	14,8
NU2205	25	52	18	24,1	22,0
NU305	25	62	17	29,8	24,3
NU2305	25	62	24	43,9	40,0

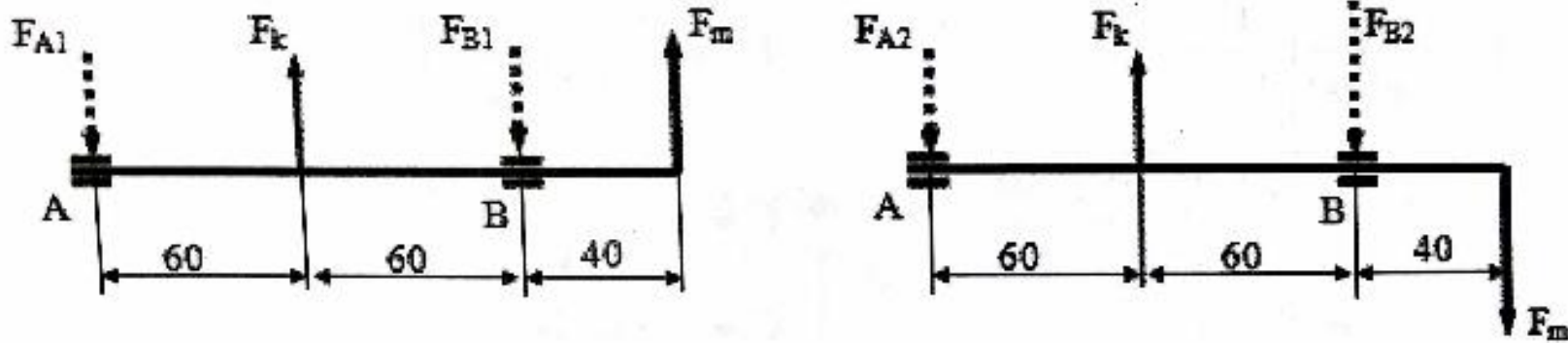
# RULMANLI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

- Dönme sırasında eksantrik parçada olu an merkezkaç kuvveti:

$$F_m = mrw^2 = 5.50 \cdot 10^{-3} \left( \frac{f \cdot 750}{30} \right)^2 = 1542 N$$

- Merkezkaç kuvveti yönünün a a ı ve yukarı olması durumunda yatak tepki kuvvetleri hesaplanırsa;



# RULMANLI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

- Denge denklemlerinden; (Toplam kuvvet ve toplam moment)

$$F_k \cdot 60 - F_{B1} \cdot 120 + F_m \cdot 160 = 0$$

$$F_{B1} = \frac{3400 \cdot 60 + 1542 \cdot 160}{120}$$

$$F_{B1} = 3756N$$

$$F_k \cdot 60 - F_{B2} \cdot 120 - F_m \cdot 160 = 0$$

$$F_{B2} = \frac{3400 \cdot 60 - 1542 \cdot 160}{120}$$

$$F_{B2} = -356N$$

- (-) işareti  $F_{B2}$ 'nin yönünün başlangıçta ters alındığını göstermektedir.

$$-F_{A1} - F_{B1} + F_k + F_m = 0$$

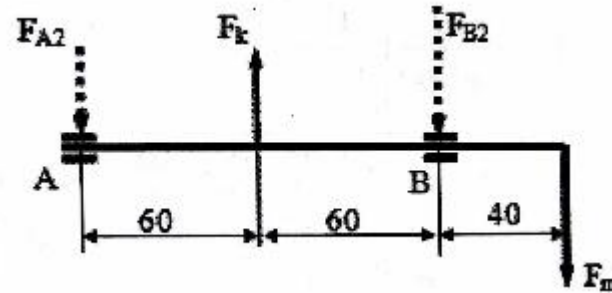
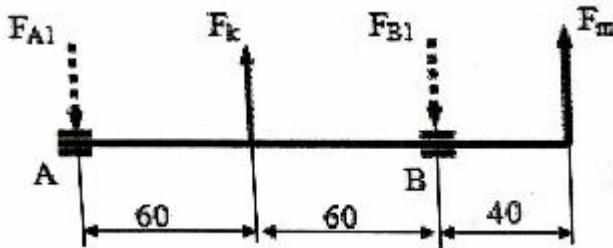
$$F_{A1} = 3400 + 1542 - 3756$$

$$F_{A1} = 1186N$$

$$-F_{A2} + F_{B2} + F_k - F_m = 0$$

$$F_{A2} = -1542 + 3400 + 356$$

$$F_{A2} = 2214N$$



# RULMANLI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

### • A yata ının seçimi:

$$F_{A_{maks}} = 2214N$$

$$F_{A_{min}} = 1186N$$

$$F_{A_m} = \frac{F_{A_{min}} + 2.F_{A_{maks}}}{3}$$

$$F_{A_m} = \frac{1186 + 2.2214}{3}$$

$$F_{A_m} = 1871N$$

$$L_h = \frac{10^6}{n.60} \left( \frac{C}{F_{A_m}} \right)^v$$

$$C = 1871 \sqrt[3]{\frac{10000.750.60}{10^6}}$$

$$C = 14338N$$

### • B yata ının seçimi:

$$F_{B_{maks}} = 3756N$$

$$F_{B_{min}} = 356N$$

$$F_{B_m} = \frac{F_{B_{min}} + 2.F_{B_{maks}}}{3}$$

$$F_{B_m} = \frac{356 + 2.3756}{3}$$

$$F_{B_m} = 2623N$$

$$L_h = \frac{10^6}{n.60} \left( \frac{C}{F_{B_m}} \right)^v$$

$$C = 2623 \sqrt[3]{\frac{10000.750.60}{10^6}}$$

$$C = 16379N$$

Seçilen rulman katalogundaki tek sıralı sabit bilyalı rulmanlar

Sembol	d (mm)	D (mm)	B (mm)	C (kN)	C <sub>0</sub> (kN)
16005	25	47	8	7,99	4,57
6005	25	47	12	11,2	6,0
6205	25	52	15	15,7	8,3
6305	25	62	17	26,7	13,9
6405	25	80	21	40,8	22,2

Seçilen rulman katalogundaki silindirik makaralı rulmanlar

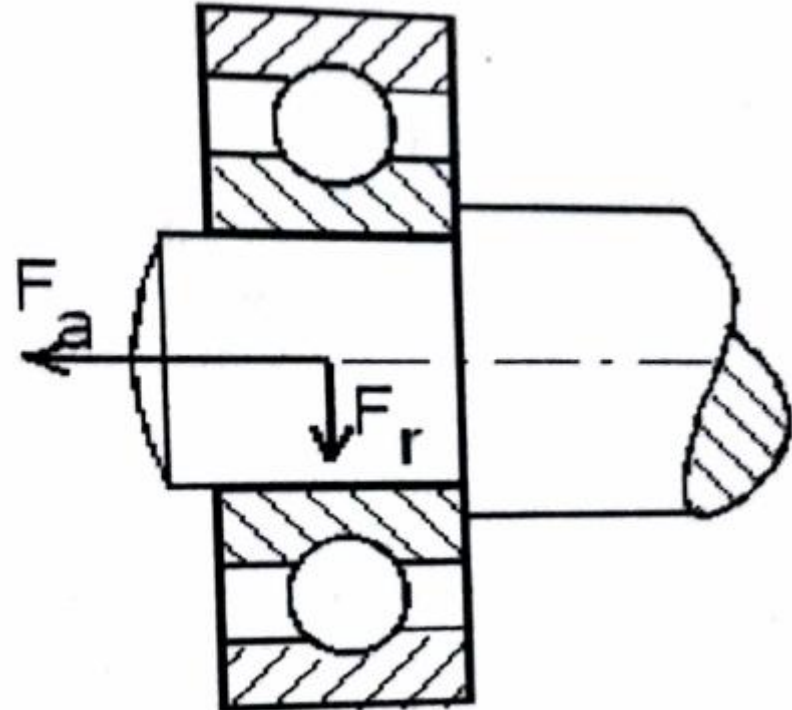
Sembol	d (mm)	D (mm)	B (mm)	C (kN)	C <sub>0</sub> (kN)
NU1005	25	47	12	13,3	11,2
NU205	25	52	15	17,7	14,8
NU2205	25	52	18	24,1	22,0
NU305	25	62	17	29,8	24,3
NU2305	25	62	24	43,9	40,0

A yata ı için 6205 numaralı  
B yata ı için NU205 numaralı  
rulmanlar seçilmelidir.

# RULMANLI YATAKLAR

## ÖRNEK:

- Çapı  $d=50$  mm olan bir mil  $1000$  dev/dk hızla dönmektedir. Yata a,  $F_r=4500$  N'luk radyal,  $F_a=2500$  N'luk aksenal yük gelece i tahmin edilmektedir. Rulman ömrünün en az  $10000$  saat olması istenildi ine göre uygun olan tek sıra bilyalı derin yivli rulmanın seçimini yapınız.





# RULMANLI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{2500}{4500} = 0,55$$

- Bu değer tablodaki bütün değerlerden büyük olduğundan  $F_a$ 'nın etkisi vardır. E değer yük hesaplanmalıdır. "e" sayısı bilinmediğinden Y için öncelikle bir tahmin yapılmalıdır.  $X=0,56$ 'dır. İlk yaklaşım olarak  $Y=1,8$  tahmin edilmiştir.

Rulman tipi	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		e
	X	Y	X	Y	
<b>Tek sıralı bilyalı sabit rulmanlar</b> EL, R, 160, 60, 62, 63, 64 serileri $\frac{F_a}{C_0} = 0,025$ = 0,04 = 0,07 = 0,13 = 0,25 = 0,5					
			2		0,22
			1,8		0,24
	1	0	0,56	1,6	0,27
			1,4		0,31
			1,2		0,37
			1		0,44
<b>Bilyalı oynak rulmanlar</b> 135, 126, 127, 108, 129 1200-1203 04-05 06-07 08-09 10-12 13-22 24-30 2200-2204 05-07 08-09 10-13 14-20 21-22 1300-1303 04-05 06-09 10-22 2301 2302-2304 05-10 11-18					
	1	1,8	0,65	2,8	0,34
		2		3,1	0,31
		2,3		3,6	0,27
		2,7		4,2	0,23
	1	2,9	0,65	4,5	0,21
		3,4		5,2	0,19
		3,6		5,6	0,17
		3,3		5	0,2
		1,3		2	0,5
		1,7		2,6	0,37
		2		3,1	0,31
	1	2,3	0,65	3,5	0,28
		2,4		3,8	0,26
		2,3		3,5	0,28
		1,8		2,8	0,34
		2,2		3,4	0,29
	-1	2,5	0,65	3,9	0,25
		2,8		4,3	0,23
		1		1,6	0,63
	1	1,2	0,65	1,9	0,52
		1,5		2,3	0,43
		1,6		2,5	0,39
<b>Eğik bilyalı rulmanlar</b> 72 B, 73 B serileri 72 BG, 73 BG serileri Aynı yönlü tertipte bir rulman çifti O - veya X tertibinde bir rulman çifti 32, 33 serileri					
	1	0	0,35	0,57	1,14
	1	0	0,35	0,57	1,14
	1	0,55	0,57	0,93	1,14
	1	0,73	0,62	1,17	0,86

# RULMANLI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

$$F = XF_r + YF_a = 0,56.4500 + 1,8.2500 = 7020N$$

- Tablodan  $n=1000$  dev/dk ve  $L_h=10000$  saat i letme saati için istenen yük emniyet derecesi  $(C/F)=8,43$

Saat birimi ile ömür $L_h$	Dakikadaki dönme sayısı													
	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300	8000	10 000	12 500	16 000
100	1.68	1.82	1.96	2.12	2.29	2.47	2.67	2.88	3.11	3.36	3.63	3.91	4.23	4.56
500	2.88	3.11	3.36	3.63	3.91	4.23	4.56	4.93	5.32	5.75	6.20	6.70	7.23	7.81
1 000	3.63	3.91	4.23	4.56	4.93	5.32	5.75	6.20	6.70	7.23	7.81	8.43	9.11	9.83
1 250	3.91	4.23	4.56	4.93	5.32	5.75	6.20	6.70	7.23	7.81	8.43	9.11	9.83	10.6
1 600	4.23	4.56	4.93	5.32	5.75	6.20	6.70	7.23	7.81	8.43	9.11	9.83	10.6	11.5
2 000	4.56	4.93	5.32	5.75	6.20	6.70	7.23	7.81	8.43	9.11	9.83	10.6	11.5	12.4
2 500	4.93	5.32	5.75	6.20	6.70	7.23	7.81	8.43	9.11	9.83	10.6	11.5	12.4	13.4
3 200	5.32	5.75	6.20	6.70	7.23	7.81	8.43	9.11	9.83	10.6	11.5	12.4	13.4	14.5
4 000	5.75	6.20	6.70	7.23	7.81	8.43	9.11	9.83	10.6	11.5	12.4	13.4	14.5	15.6
5 000	6.20	6.70	7.23	7.81	8.43	9.11	9.83	10.6	11.5	12.4	13.4	14.5	15.6	16.8
6 300	6.70	7.23	7.81	8.43	9.11	9.83	10.6	11.5	12.4	13.4	14.5	15.6	16.8	18.2
8 000	7.23	7.81	8.43	9.11	9.83	10.6	11.5	12.4	13.4	14.5	15.6	16.8	18.2	19.6
10 000	7.81	8.43	9.11	9.83	10.6	11.5	12.4	13.4	14.5	15.6	16.8	18.2	19.6	21.2
12 500	8.43	9.11	9.83	10.6	11.5	12.4	13.4	14.5	15.6	16.8	18.2	19.6	21.2	22.9
16 000	9.11	9.83	10.6	11.5	12.4	13.4	14.5	15.6	16.8	18.2	19.6	21.2	22.9	24.7

# RULMANLI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

- stenilen dinamik yük sayısı  $C=8,43.F=59180$  N bulunur.
- Bu dinamik yük sayısını garanti eden ve iç çapı 50 mm olan rulman seri numarası cetvelden 6310 olarak belirlenmiştir.
- Bu rulmanın dinamik yük sayısı 61800 N'dur.

Temel boyutlar		Yük sayısı, dinamik statik		Yorulma yük sınırı	Çalışma hızı gres sıvı yağ	Kütle	Rulman Nr		
d	D	B	C	Co	Pu	d / dak	kg		
mm			N	N	N				
35	47	7	4 750	3 200	166	13 000	16 000	0,030	61807
	55	10	9 560	6 200	290	11 000	14 000	0,080	61907
	62	9	12 400	8 150	375	10 000	13 000	0,11	16007
	62	14	15 900	10 200	440	10 000	13 000	0,16	6007
	72	17	25 500	15 300	655	9 000	11 000	0,29	6207
	80	21	33 200	19 000	815	8 500	10 000	0,46	6307
	100	25	55 300	31 000	1 290	7 000	8 500	0,95	6407
40	52	7	4 940	3 450	166	11 000	14 000	0,034	61808
	62	12	13 800	9 300	425	10 000	13 000	0,12	61908
	68	9	13 300	9 150	440	9 500	12 000	0,13	16008
	68	15	16 800	11 600	490	9 500	12 000	0,19	6008
	80	18	30 700	19 000	800	8 500	10 000	0,37	6208
	90	23	41 000	24 000	1 020	7 500	9 000	0,63	6308
	110	27	63 700	36 500	1 530	6 700	8 000	1,25	6408
45	58	7	6 050	4 300	228	9 500	12 000	0,040	61809
	68	12	14 000	9 800	485	9 000	11 000	0,14	61909
	75	10	15 600	10 800	520	9 000	11 000	0,17	16009
	75	16	20 800	14 600	640	9 000	11 000	0,25	6009
	85	19	33 200	21 600	815	7 500	9 000	0,41	6209
	100	25	52 700	31 500	1 340	6 700	8 000	0,83	6309
	120	29	76 100	45 000	1 900	6 000	7 000	1,55	6409
50	65	7	6 240	4 750	250	9 000	11 000	0,052	61810
	72	12	14 600	10 400	500	8 500	10 000	0,14	61910
	80	10	16 300	11 400	560	8 500	10 000	0,18	16010
	80	16	21 600	16 000	710	8 500	10 000	0,26	6010
	90	20	35 100	23 200	980	7 000	8 500	0,46	6210
	110	27	61 800	38 000	1 600	6 300	7 500	1,05	6310
	130	31	87 100	52 000	2 200	5 300	6 300	1,90	6410
55	72	9	8 320	6 200	325	8 500	10 000	0,083	61811
	80	13	15 900	11 400	560	8 000	9 500	0,19	61911
	90	11	19 500	14 000	695	7 500	9 000	0,26	16011
	90	18	28 100	21 200	900	7 500	9 000	0,39	6011
	100	21	43 600	29 000	1 250	6 300	7 500	0,81	6211
	120	29	71 500	45 000	1 900	5 600	6 700	1,35	6311
	140	33	99 500	62 000	2 600	5 000	6 000	2,30	6411

# RULMANLI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

- Rulman belli oldu undan Y de erinin seçimi kontrol edilmelidir. Seçilen rulmanın statik yük sayısı 38000 N'dur.  $F_a/C_0=(2500/38000)=0,065$  ve tablodan bu de er için  $X=0,56$  ve  $Y=1,6$  de erleri okunur.

Rulman tipi	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		e
	X	Y	X	Y	
<b>Tek sıralı bilyalı sabit rulmanlar</b> EL, R, 160, 60, 62, 63, 64 serileri $\frac{F_a}{C_0} = 0,025$ = 0,04 = 0,07 = 0,13 = 0,25 = 0,5					
			2		0,22
	1	0	0,56	1,8	0,24
				1,6	0,27
				1,4	0,31
				1,2	0,37
				1	0,44
<b>Bilyalı oynak rulmanlar</b> 135, 126, 127, 108, 129 1200-1203 04-05 06-07 08-09 10-12 13-22 24-30 2200-2204 05-07 08-09 10-13 14-20 21-22 1300-1303 04-05 06-09 10-22 2301 2302-2304 05-10 11-18					
	1	1,8	0,65	2,8	0,34
		2		3,1	0,31
		2,3		3,6	0,27
		2,7		4,2	0,23
	1	2,9	0,65	4,5	0,21
		3,4		5,2	0,19
		3,6		5,6	0,17
		3,3		5	0,2
		1,3		2	0,5
		1,7		2,6	0,37
	1	2	0,65	3,1	0,31
		2,3		3,5	0,28
		2,4		3,8	0,26
		2,3		3,5	0,28
		1,8		2,8	0,34
	-1	2,2	0,65	3,4	0,29
		2,5		3,9	0,25
		2,8		4,3	0,23
		1		1,6	0,63
	1	1,2	0,65	1,9	0,52
		1,5		2,3	0,43
		1,6		2,5	0,39
<b>Eğik bilyalı rulmanlar</b> 72 B, 73 B serileri 72 BG, 73 BG serileri Ayol yönlü tertipte bir rulman çifti O - veya X tertibinde bir rulman çifti 32, 33 serileri					
	1	0	0,35	0,57	1,14
	1	0	0,35	0,57	1,14
	1	0,55	0,57	0,93	1,14
	1	0,73	0,62	1,17	0,86



# RULMANLI YATAKLAR

## ÇÖZÜM:

- Yeni durum için

$$F = XF_r + YF_a = 0,56.4500 + 1,6.2500 = 6520N$$

$$(C/F) = (35100/6520) = 9,47$$

Bu de er istenilen 8,43 de erinden büyük oldu undan rulman uygundur.

E er bir küçük rulman olan 6210 seçilse idi  $C/F=35100/6520=5,38$  stenilen de erden küçük oldu undan bu rulman uygun de ildir. Bu nedenle belirlenen ilk rulman kullanılmalıdır.

Temel boyutlar	Yük sayısı, dinamik statik		Yorulma yük sınırı	Çalışma hızı gres sıvı yağ	Kütle	Rulman Nr			
d	D	B	C	Co	Pu	d / dak	kg		
mm			N	N	N				
35	47	7	4 750	3 200	166	13 000	16 000	0,030	61807
	55	10	9 560	6 200	290	11 000	14 000	0,080	61907
	62	9	12 400	8 150	375	10 000	13 000	0,11	16007
	62	14	15 900	10 200	440	10 000	13 000	0,16	6007
	72	17	25 500	15 300	655	9 000	11 000	0,29	6207
	80	21	33 200	19 000	815	8 500	10 000	0,46	6307
	100	25	55 300	31 000	1 290	7 000	8 500	0,95	6407
40	52	7	4 940	3 450	166	11 000	14 000	0,034	61808
	62	12	13 800	9 300	425	10 000	13 000	0,12	61908
	68	9	13 300	9 150	440	9 500	12 000	0,13	16008
	68	15	16 800	11 600	490	9 500	12 000	0,19	6008
	80	18	30 700	19 000	800	8 500	10 000	0,37	6208
	90	23	41 000	24 000	1 020	7 500	9 000	0,63	6308
	110	27	63 700	36 500	1 530	6 700	8 000	1,25	6408
45	58	7	6 050	4 300	228	9 500	12 000	0,040	61809
	68	12	14 000	9 800	485	9 000	11 000	0,14	61909
	75	10	15 600	10 800	520	9 000	11 000	0,17	16009
	75	16	20 800	14 600	640	9 000	11 000	0,25	6009
	85	19	33 200	21 600	915	7 500	9 000	0,41	6209
	100	25	52 700	31 500	1 340	6 700	8 000	0,83	6309
	120	29	76 100	45 000	1 900	6 000	7 000	1,55	6409
50	65	7	6 240	4 750	250	9 000	11 000	0,052	61810
	72	12	14 600	10 400	500	8 500	10 000	0,14	61910
	80	10	15 300	11 400	560	8 500	10 000	0,18	16010
	80	16	21 600	16 000	710	8 500	10 000	0,26	6010
	90	20	35 100	23 200	980	7 000	8 500	0,46	6210
	110	27	61 800	38 000	1 600	6 300	7 500	1,05	6310
	130	31	87 100	52 000	2 200	5 300	6 300	1,90	6410
55	72	9	8 320	6 200	325	8 500	10 000	0,083	61811
	80	13	15 900	11 400	560	8 000	9 500	0,19	61911
	90	11	19 500	14 000	695	7 500	9 000	0,26	16011
	90	18	28 100	21 200	900	7 500	9 000	0,39	6011
	100	21	43 600	29 000	1 250	6 300	7 500	0,81	6211
	120	29	71 500	45 000	1 900	5 600	6 700	1,35	6311
	140	33	99 500	62 000	2 600	5 000	6 000	2,30	6411