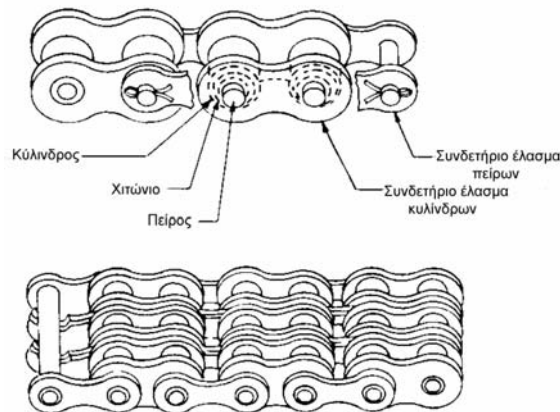


# Αλυσοκινήσεις

## Πλεονεκτήματα

- ακριβής σχέση μετάδοσης λόγω μη ύπαρξης διολίσθησης,
- η συναρμολόγηση χωρίς αρχική πρόταση επειδή η μετάδοση δεν βασίζεται στην τριβή καθώς επίσης και
- ο υψηλός βαθμός απόδοσης 98-99%.



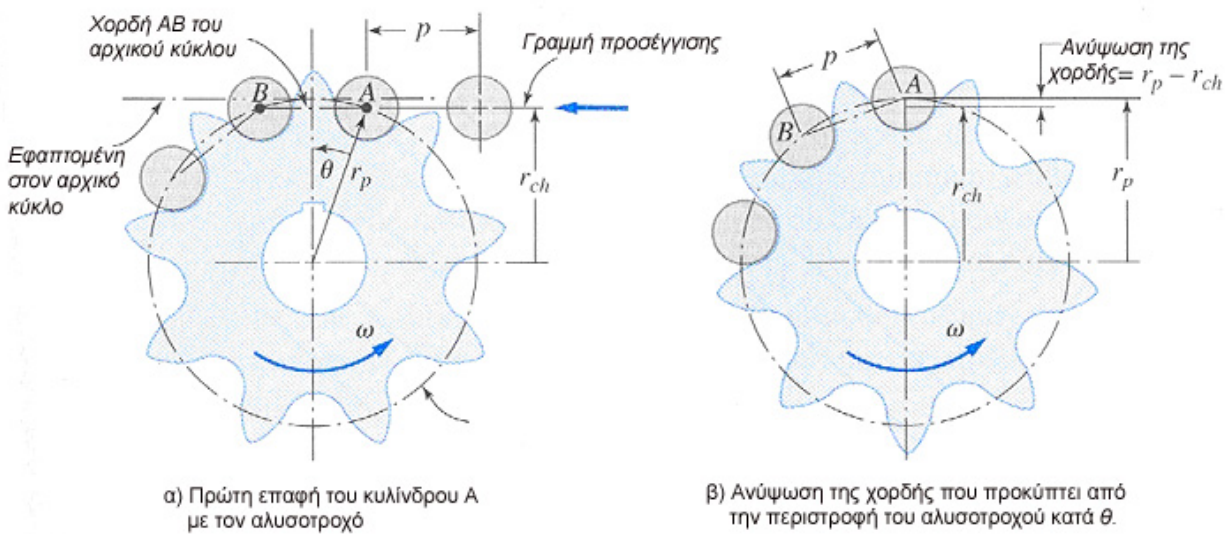
Σχήμα 22: Αλυσίδες κυλίνδρων

**Τμήματα αλυσίδας:** ο κύλινδρος, το χιτώνιο, ο πείρος και τα συνδετήρια ελάσματα κυλίνδρων και πείρων.

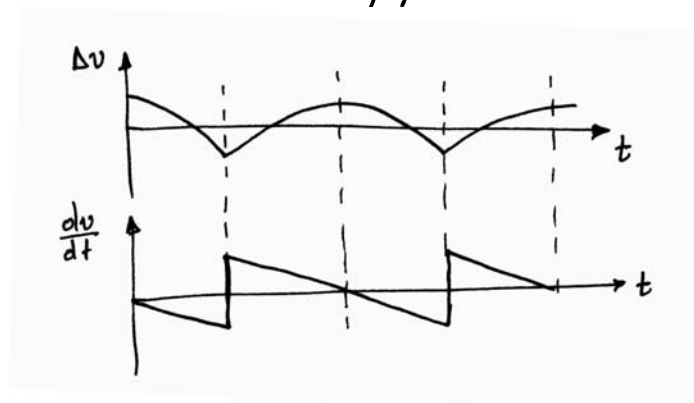
## Μειονεκτήματα

- θορυβώδης λειτουργία λόγω ταλαντώσεων και κρουστικών φορτίων κατά την τύλιξη της αλυσίδας στον τροχό,
- η φθορά στις συνδέσεις που αυξάνει το βήμα της αλυσίδας και επομένως φθείρεται και ο αλυσοτροχός και τέλος
- οι αλυσίδες χρειάζονται λίπανση.

Η ταχύτητα μιας αλυσίδας δεν ενδείκνυται να ξεπερνά τα 20-25 m/s.



Σχήμα 23: Τύλιξη αλυσίδας στον αλυσοτροχό – κρουστική λειτουργία.



Σχήμα 24: Μεταβολή της ταχύτητας και της επιτάχυνσης αλυσίδας κατά την τύλιξη

Διακρίνουμε (α) τις αλυσίδες κυλίνδρων, (β) τις αλυσίδες χιτωνίων, (γ) τις οδοντωτές αλυσίδες και άλλα είδη. Με παράλληλη τοποθέτηση απλών αλυσίδων μπορούμε να φτιάξουμε διπλές, τριπλές μέχρι και δεκαπλές αλυσίδες. Βήμα ( $t$ ) μιας αλυσίδας καλούμε την απόσταση δύο διαδοχικών πείρων. Οι αλυσίδες συνεργάζονται με αλυσοτροχούς ή τροχαλίες αλυσίδων.



Σχήμα 25: Φωτογραφία αλυσοτροχού

Ακολούθως θα παρουσιαστεί μια διαδικασία υπολογισμού και επιλογής αλυσίδας

**ΒΗΜΑ 1<sup>ο</sup> : ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΛΥΣΙΔΑΣ:** Εδώ παρουσιάζονται οι εξής τύποι.

α) Αλυσίδες κυλίνδρων (DIN 8187, 8180),

β) Αλυσίδες χιτωνίων,

γ) Αλυσίδες οδοντωτές ( $z_{\min} = 12$ , DIN 8190) αθόρυβη, ακριβότερη και

δ) Αλυσίδες χαλύβδινων πείρων (DIN 654).

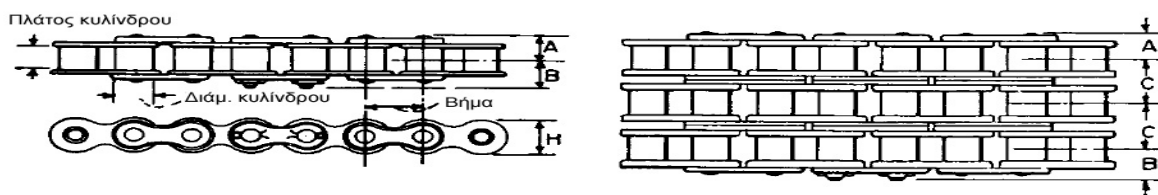
Η τυποποίηση μιας αλυσίδας περιλαμβάνει τα στοιχεία (Πολλαπλότητα, Βήμα, Πλάτος και τυποποίηση) πχ.

αλυσίδα : **(1x25.4x17.02, DIN 8180).**

Στους ακόλουθους πίνακες φαίνονται τα στοιχεία των αλυσίδων.

**Πίνακας 19: Στοιχεία και διαστάσεις αλυσίδων κυλίνδρων**

Τυποποίηση αλυσίδων κατά			Κύλινδρος			Διάμ. Πείρου, mm	Συνδετήριο έλασμα		Διαστάσεις			Συνιστώμενη ελάχιστη απόσταση κέντρων, mm	Ονομαστική αντοχή θραύσης σε εφελκυσμό, kN	Γραμμική πυκνότητα, kg/m
DIN	ISO	ANSI	Βήμα mm	Πλάτος mm	Διάμετρος mm		Πάχος mm	Ύψος H mm	A mm	B mm	C mm			
8187	04C-1	25	6.350	3.175	3.302	2.311	0.762	5.842	3.810	4.826	6.401		4	0.12
	06C-2	35	9.525	4.763	5.080	3.581	1.270	8.738	5.690	7.366	10.135	152	9	0.32
	085	41	12.700	6.350	7.772	3.581	1.270	9.728	6.502	8.001		229	9	0.37
	08A-1	40	12.700	7.938	7.925	3.962	1.524	11.481	7.950	9.093	14.376	229	16	0.55
	10A-1	50	15.875	9.525	10.160	5.080	2.032	15.088	9.754	11.735	18.110	305	27	0.91
	12A-1	60	19.050	12.700	11.913	5.944	2.388	17.247	12.522	14.402	22.784	381	38	1.35
	16A-1	80	25.400	15.875	15.875	7.925	3.175	22.936	16.332	19.355	29.286	533	65	2.34
	20A-1	100	31.750	19.050	19.050	9.525	3.962	28.651	19.812	23.114	35.763	686	107	3.64
	24A-1	120	38.100	25.400	22.225	11.100	4.750	34.392	24.816	28.524	45.441	838	152	5.35
	28A-1	140	44.450	25.400	25.400	12.700	5.563	41.834	26.772	30.963	48.870	991	205	6.88
	32A-1	160	50.800	31.750	28.575	14.275	6.350	48.260	31.750	36.398	58.547	1143	259	9.10
		180	57.150	35.719	35.712	17.450	7.137	54.356	36.093	44.958	65.837		339	12.44
	40A-1	200	63.500	38.100	39.675	19.837	7.925	57.785	38.938	46.990	71.552	1448	424	15.73
	48A-1	240	76.200	47.625	47.625	23.800	9.525	72.390	43.739	55.880	87.833	1676	602	21.96



Σχήμα: Συμβολισμοί και διαστάσεις αλυσίδων κυλίνδρων

**Πίνακας 20: Αλυσίδες κατά DIN 8180**

DIN	Αλυσίδες ANSI No	Βήμα t mm	Εσωτερικό Πλάτος, b <sub>i</sub> mm	Πείρος d <sub>B</sub> mm	Χιτώνιο d <sub>R</sub> mm	Ωφέλιμη Διατομή, j mm <sup>2</sup>	Αντοχή αλυσίδας σε kp			Βάρος G kg/m
							απλή	διπλή	τριπλή	
8180		6.00	2.80	1.85	4.00	7	300	--	--	0.12
		8.00	3.00	2.30	5.00	10	500	900	--	0.18
		12.70	3.30	3.65	7.75	22	800	--	--	0.40
			4.88	3.65	7.75	28	800	--	--	0.44
		25.40	17.02	8.27	15.88	210	4500	8000	11500	2.70
		31.75	19.56	10.17	19.05	295	5500	10000	14000	3.60
		38.10	25.40	14.63	25.40	554	12000	21500	30000	6.70
		44.45	30.99	15.87	27.94	740	14000	25000	36000	8.30
		50.80	30.99	17.80	29.21	837	18000	32000	45000	10.50
		63.50	38.10	22.87	39.37	1275	27000	48000	68000	16.00
	76.20	45.75	29.22	48.26	2061	40000	70000	100000	25.00	

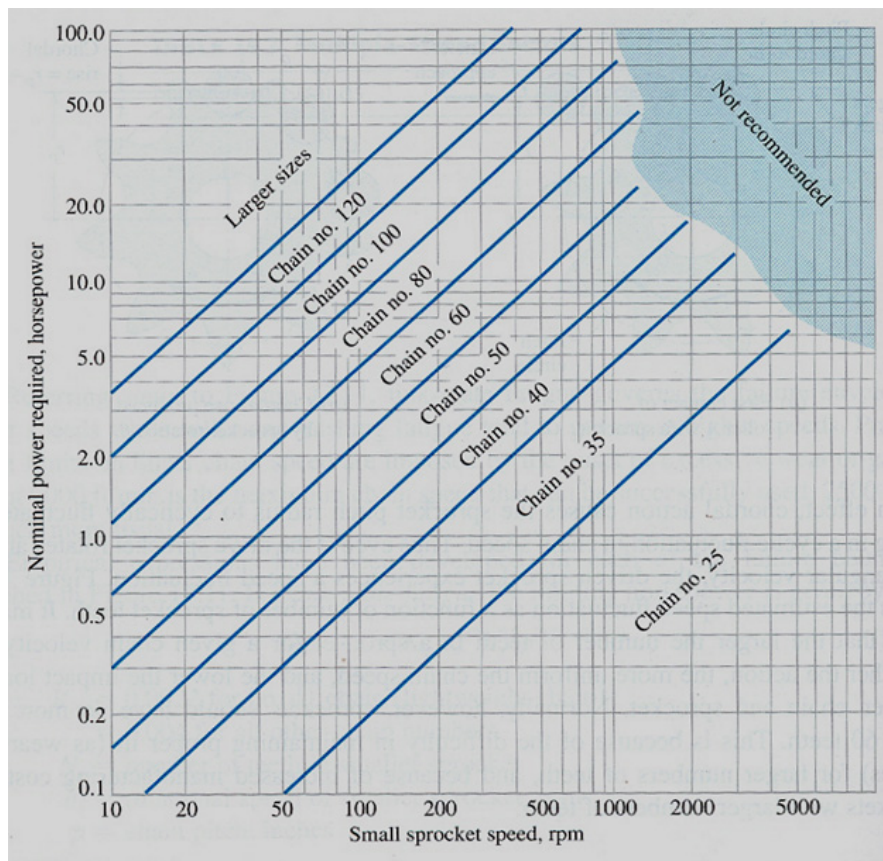
**ΠΙΝΑΚΑΣ 21: Αλυσίδες Χαλύβδινων πείρων (DIN 654)**

t mm	b <sub>i</sub> mm	b <sub>α</sub> mm	f mm <sup>2</sup>	P <sub>επ</sub> kg
38.7	18.0	48	168	180
42.0	24.5	67	297	360
63.0	29.0	75	385	480
65.5	33.0	90	528	760
100.0	28.0	89	533	640
100.0	40.0	110	810	900
134.5	33.5	90	516	640
136.5	30.5	108	799	1200

ΠΙΝΑΚΑΣ 22: Οδοντωτές αλυσίδες με εσωτερική οδήγηση (DIN 8190).						
Βήμα $t$ mm	Ονομαστικό Πλάτος $b_N$ mm	Ωφέλιμο Πλάτος $b$	Εξωτερικό Πλάτος $e$ mm	Φορτίο θραύσης $kg^{(1)}$		Βάρος $G$ kg /m
				A - Μη Βελτιωμένη	B Βελτιωμένη	
12,7 (1/2'')	-	-	-	-	-	-
	25	23,5	28,0	1450	2900	1,3
	30	29,5	34,0	1800	3600	1,6
	40	42,0	46,5	2600	5200	2,1
15,875 (5/8'')	50	48,5	53,0	3000	6000	2,6
	25	23,5	28,5	1600	3200	1,9
	30	29,5	34,5	2100	4200	2,4
	40	42,0	47,0	3000	6000	3,2
	50	48,5	53,5	3500	7000	3,9
19,05 (3/4'')	65	64,0	69,0	4600	9200	5,1
	30	29,5	35	2800	5600	3,0
	40	42,5	48,5	4000	8000	3,8
	50	48,5	54,0	4700	9400	4,8
	65	64,0	69,5	6300	12600	6,2
25,4 (1'')	75	76,5	82,0	7500	15000	7,4
	50	52,0	59,0	8700	12500	7,0
	65	64,5	71,5	9800	14000	8,5
	75	76,5	83,5	13100	18700	10,1
	90	89,0	96,0	14000	20000	11,4
38,1 (1 1/2'')	100	101,0	108	17500	25000	13,2
	65	64,5	72,5	13300	19000	13,2
	75	76,5	84,2	17500	25000	15,2
	100	101,0	109	23500	33600	20,2
	125	125	133	29400	42000	25,0
50,8 (2'')	150	150	158	38500	55000	30,0
	75	78,0	88,0	23800	34000	19,5
	100	102	112	31900	45600	25,7
	125	128	138	39900	57000	32,0
	150	152	162	45200	64600	38,2
175	176	186	55300	79000	44,5	

Για κεκαμμένα μέλη ως το σχ. 2.14 πρέπει να υπολογίζουμε μόνο με το 0.8 του φορτίου θραύσης.

Το βήμα της αλυσίδας μπορεί κατ' αρχή να επιλέγεται από το νομογράφημα που ακολουθεί. Με δεδομένα τις στροφές του μικρού αλυσοτροχού και την ισχύ που θέλουμε να μεταφέρουμε για απλή αλυσοκίνηση ( $j = 1$ ) βρίσκουμε τον τύπο της αλυσίδας. Φυσικά μικρότερο βήμα αλυσίδας θα δώσει στο τέλος των υπολογισμών μεγαλύτερο βαθμό πολλαπλότητας ενώ με μεγαλύτερο βήμα αλυσίδας πρέπει να περιμένουμε μικρότερη πολλαπλότητα.



Σχήμα 27: Πρώτη επιλογή αλυσίδας βάσει ονομαστικής ισχύος και στροφών μικρού αλυσοτροχού.

### **ΒΗΜΑ 2 : ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΛΥΣΟΤΡΟΧΩΝ:**

Εστω  $D_o$  = εξωτερική διάμετρος αλυσοτροχού,

$D_i$  = εσωτερική διάμετρος αλυσοτροχού,

$D_t$  = αρχική διάμετρος υπολογισμού. Τότε το ημίτονο της γωνίας που αντιστοιχεί σε ένα βήμα είναι

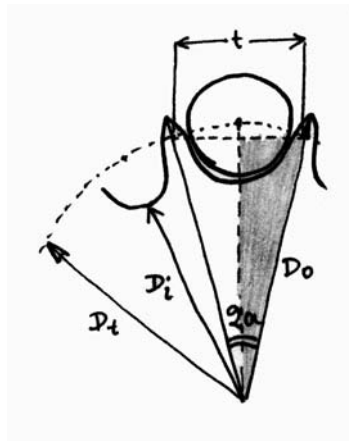
$$\sin a = \frac{t/2}{D_t/2} = \frac{t}{D_t} \text{ και επομένως η αρχική διάμετρος μπορεί}$$

να υπολογιστεί από την σχέση:

$$\boxed{D_t = \frac{t}{\sin a}}$$

και επειδή  $2az = 2\pi$  έπεται ότι:

$$\boxed{a = \frac{\pi}{z}}$$



Σχήμα 28: Γεωμετρία αλυσοτροχού

Προφανώς τυποποιημένο μέγεθος είναι ο αριθμός των δοντιών και το βήμα της αλυσίδας και όχι η διάμετρος του τροχού.

Ο αριθμός των δοντιών του μικρού αλυσοτροχού ανάλογα με την σχέση μετάδοσης στην οποία δίδει κίνηση λαμβάνεται από τον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 23: Αριθμός δοντιών συναρτήσει της σχέσης μετάδοσης							
Σχέση μετάδοσης	1	2	3	4	5	6	7
Αλ. Κυλίνδρων	31	27	<b>25</b>	23	21	17	15
Αλ. Αθόρυβες οδόντων	40	35	31	27	23	19	15

Επιλέγοντας  $z_1$  υπολογίζεται η γωνία  $a = \pi / z_1$ , το  $\sin a$  και η διάμετρος του μικρού τροχού  $D_t = \frac{t}{\sin a}$ .

Η ταχύτητα αλυσίδας υπολογίζεται από τον αριθμό των στροφών ανά λεπτό επί την περίμετρο (δηλ. το βήμα επί τον αριθμό των δοντιών) και όπως ειπώθηκε πιο πάνω πρέπει να μην υπερβαίνει τα 20 έως 25 m/s:

$$v = \frac{z_1 t n}{60 \times 1000} \leq 20 \div 25 \text{ m/s}$$

όπου  $t$  σε mm,  $n$  σε rpm και  $v$  σε m/s.

Η δύναμη στην αλυσίδα δεν πρέπει να υπερβαίνει την ονομαστική αντοχή θραύσης σε εφελκυσμό από τον πίνακα τυποποίησης. Η εισερχόμενη ροπή είναι ίση και αντίθετη με την ροπή της δύναμης της αλυσίδας επί την αντίστοιχη ακτίνα:

$$M_t = 71620 \frac{N}{n_1} = U \frac{D_t}{2}$$

$$U = 71620 \frac{2 \times N}{D_t n_1} \text{φορτίο θραύσης}$$

### **ΒΗΜΑ 3 : Υπολογισμός μεγάλου αλυσοτροχού**

Από τη σχέση μετάδοσης και τον αριθμό των δοντιών του μικρού αλυσοτροχού προκύπτει ο αριθμός των δοντιών του μεγάλου αλυσοτροχού  $z_2$ . Η σχέση μετάδοσης είναι:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_1}{z_2}$$

Ο αριθμός των δοντιών των αλυσοτροχών είναι τυποποιημένος.

**ΒΗΜΑ 4 : ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΞΟΝΩΝ:** Η απόσταση των αξόνων αν δεν καθορίζεται από τις προδιαγραφές του προβλήματος διαφορετικά λαμβάνεται  $\alpha = (30 \div 60)t$  ή  $\alpha = (1.2 \text{ έως } 3) d_{02}$ .

Η ταχύτητα της αλυσίδας (για σταθερή γωνιακή ταχύτητα του αλυσοτροχού) δεν παραμένει σταθερή.

Όταν  $i < 4$ , μπορούμε προσεγγιστικά να παίρνουμε :

$$\alpha_{\min} = 1.2 \frac{d_1 + d_2}{2} + (30 \div 50) \text{mm}$$



**ΒΗΜΑ 5 : ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΡΙΚΩΝ**: Ο αριθμός των κρίκων δίνεται από σχέση ανάλογη με αυτή του μήκους των μάντων διαιρεμένου με το βήμα  $t$ .

$$x = \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{2A}{t} + \left( \frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \frac{t}{A}$$

Ο αριθμός κρίκων πρέπει να είναι άρτιος. Το μήκος της αλυσίδας είναι  $L = x t$ .

**ΒΗΜΑ 6 : ΔΙΟΡΘΩΣΗ A**: Η τελική απόσταση  $a$  προκύπτει από τον αριθμό των κρίκων και το βήμα ως εξής:

$$a = \frac{t}{4} \left[ x - \frac{z_1 - z_2}{2} + \sqrt{\left( x - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \left( \frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right]$$

**ΒΗΜΑ 7 : ΠΟΛΛΑΠΛΟΤΗΤΑ ΑΛΥΣΙΔΑΣ**: Η ισχύς  $N$  που θέλουμε να μεταφέρουμε με την αλυσίδα πρέπει να πολλαπλασιαστεί επί ένα συντελεστή ασφάλειας  $C_{ολ}$  που ισούται με:

$$C_{ολ} = \frac{19}{z_1} \frac{C_s}{C_1 C_2 C_3}$$

όπου: ο  $C_s$  συντελεστής λειτουργίας για αλυσίδες και οι συντελεστές  $C_1$ ,  $C_2$  και  $C_3$ , εξαρτώμενοι από τις συνθήκες περιβάλλοντος και λίπανσης, την τυποποίηση και τον αριθμό των κρίκων του μικρού αλυσοτροχού και την σχέση μετάδοσης, δίνονται από τους ακόλουθους πίνακες.

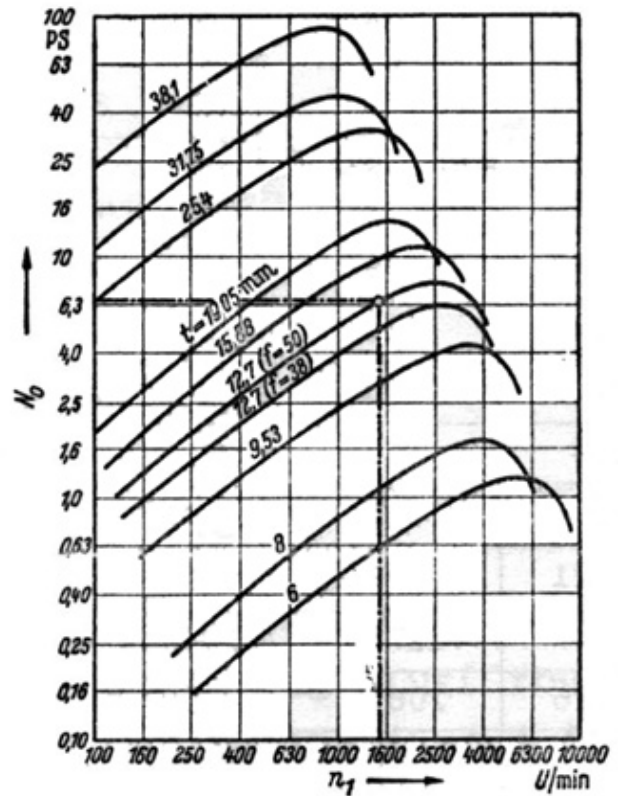
Πίνακας 24: Συντελεστές λειτουργίας Cs για αλυσίδες

	Είδη Κινητήριων Μηχανών		
	Μετάδοση με ηλεκτροκινητήρα	Στρόβιλος. Πολυκυλ. εμβολοφόρ. Μηχανές	Μονοκύλινδρη Εμβολοφόρα μηχανή
Φόρτιση σχεδόν χωρίς κρούσεις Γεννήτριες, ελαφροί ανελκυστήρες, βοηθητικές κινήσεις Εργαλειομηχανών.	1.00	1.25	1.50
Φόρτιση με μέτριες κρούσεις Γερανοί, βαρείς ανελκυστήρες, κύριες κινήσεις εργαλειομηχανών.	1.25	1.50	1.75
Φόρτιση ελάστρων, πρέσες ελασμάτων, ψαλίδια, εμβολοφόροι αντλίες εκσκαφείς.	1.75	2.0	2.25

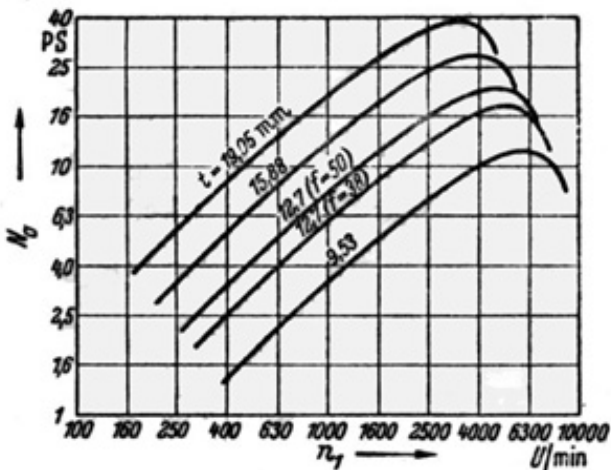
Πίνακας 25: Συντελεστές C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> και C<sub>3</sub> (κατά Niemann)

	Συντελεστής	Περιβάλλον	Λίπανση	
C <sub>1</sub> =	1.000	Χωρίς σκόνη	Εξαιρετική	
	0.900	Χωρίς σκόνη	Καλή	
	0.700	Με σκόνη	Καλή	
	0.500	για u<4m/s	Με σκόνη	Μέτρια
	0.300	για u<7m/s	Με σκόνη	Μέτρια
	0.300	για u<4m/s	Ακάθαρο	Μέτρια
	0.015	για u<7m/s	Ακάθαρο	Μέτρια
	0.150	για u<4m/s	Ακάθαρο	Κακή
C <sub>2</sub> =	1.000	για αλυσίδες DIN 8187		
	0.800	για αλυσίδες DIN 8180 και 8188		
	0.200	για αλυσίδες DIN 8181		
C <sub>3</sub> =	$\sqrt[3]{\frac{x}{90} \frac{i}{i+1}}$	όπου i = z <sub>2</sub> / z <sub>1</sub> η σχέση μετάδοσης και x ο αριθμός των κρίκων της αλυσίδας		

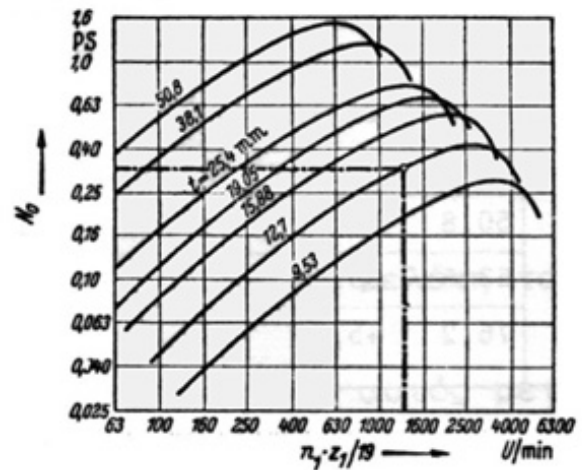
Σχήμα 30: Ισχύς  $N_o$  για απλές αλυσίδες κυλίνδρων (DIN 8187) διάρκεια ζωής  $L_U = 10.000 h$ , και μέχρι 2% επιμήκυνσης. Για άλλες αλυσίδες πολλαπλασιάζουμε επί  $C_2$  (βλ. πιν. 2.1, 4.).



DIN 8187: Διάρκεια ζωής 10000h



DIN 8187: Διάρκεια ζωής 2000 h



DIN 8190: Διάρκεια ζωής 10000 h

Σχήμα 31: (a) Ισχύς  $N_o$  για απλές αλυσίδες κυλίνδρων (DIN 8187) και διάρκεια ζωής  $L_U = 2000$  ώρες (αυτοκίνητα),

Σχήμα 31: (b) Ισχύς  $N_o$  ανά mm πλάτους  $b_N$  για οδοντωτές αλυσίδες B με εσωτερική οδήγηση (DIN 8190) για διάρκεια ζωής  $L_U = 10000 h$ .

Από τις στροφές του μικρού αλυσοτροχού  $n_1$  και το βήμα της αλυσίδας  $t$  λαμβάνουμε από νομογραφήματα την ειδική ισχύ  $N_o$ , δηλαδή την ισχύ που κάθε κλάδος (από τους  $j$  κλάδους) είναι ικανός να μεταφέρει.

Τότε ο βαθμός πολλαπλότητας της αλυσίδας δίνεται από την σχέση:

$$j = \frac{N_m C_{ολ}}{N_o}$$

Τέλος πρέπει να γίνει έλεγχος πίεσης στους κυλίνδρους:  
Δύναμη ελκυσμού αλυσίδας :

$$S = S_l + S_c + S_g$$

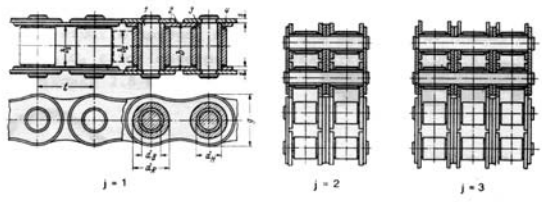
Όπου  $S_c = \mu v^2$  η φυγόκεντρη δύναμη στην αλυσίδα, και  $S_g = k_f GA$  με  $k_f = 2 \div 6$  ( $\gamma < 40^\circ$ ) και  $k_f = 1 \div 1.5$  ( $\gamma > 40^\circ$ )

Αρα η πίεση στους κυλίνδρους πρέπει να είναι:

$$p = \frac{S}{f} \leq p_{\epsilon\pi}$$

Ο χρόνος ζωής της αλυσίδας εξαρτάται κατά πολύ από τις συνθήκες λίπανσής της.

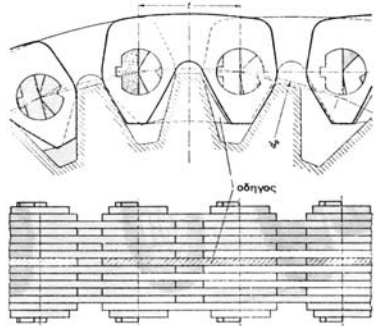
ΠΙΝΑΚΑΣ 26: Οδηγίες για λίπανση				
Λίπανση	$u$ (m/s) έως 4	έως 7	έως 12	άνω των 12
I. Αρίστη	Λίπανση 4 . . 10 σταγόνες /1'	Λίπανση βυθίσεως. Λουτρό λαδιού.	Κυκλοφοριακή Λίπανση Πίεσης.	Λίπανση Ψεκασμού.
II. Επαρκής.	Λίπανση λίπους	Λίπανση σταγόνων 20 σταγόνες /1'	Λουτρό λαδιού με δίσκ. εκτίναξης.	Κυκλοφοριακή λίπανση πίεσης.
III. Ελλιπής Λίπανση	Δυνατή μέχρι $u = 7$ .			
IV. Λειτουργ. εν Ξηρώ	Δυνατή μέχρι $u = 4$ .			



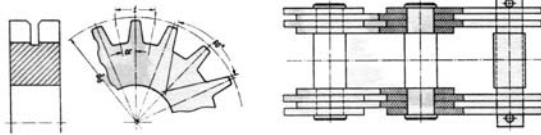
j = 1

j = 2

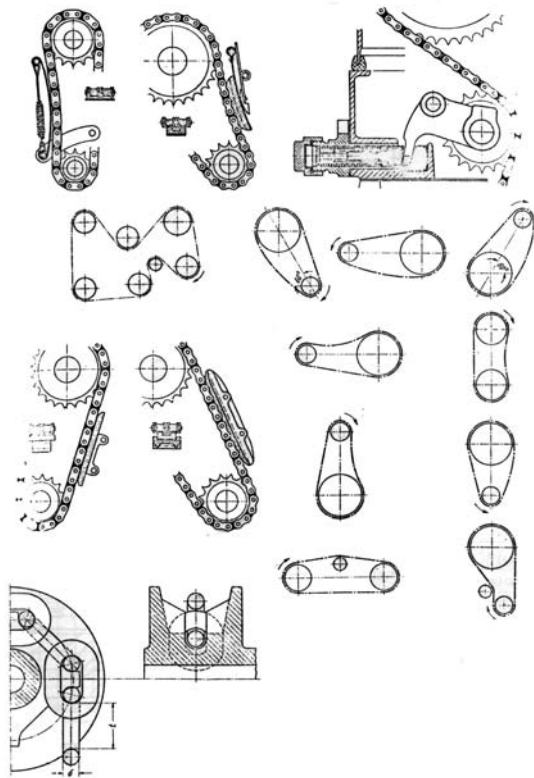
j = 3



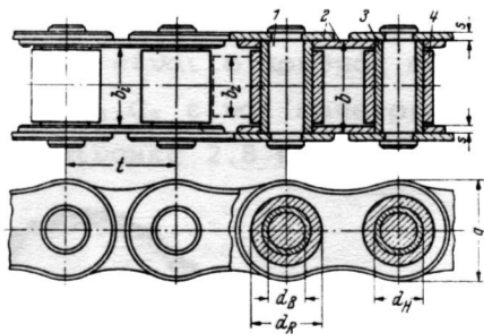
οδηγός



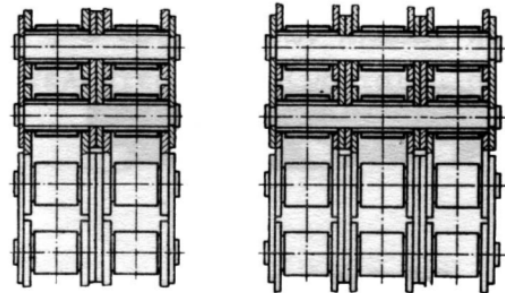
Σχ. 2.12



Σχ. 2.13



j = 1



j = 2

j = 3

Σχήμα 32: Διάφορες αλυσοκινήσεις