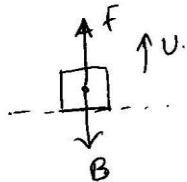


## Προσδιορισμός ονομαστικής ισχύος κινητήρα

### - Ανύψωση



Η ισχύς που απαιτείται για να μετακινηθεί το σώμα βάρους  $B$  με ταχύτητα  $U$ , σύμφωνα με τα προηγούμενα είναι

$P = F \cdot U \cdot \cos\theta = F \cdot U$ , αφού  $F$  και  $U$  είναι στην ίδια दिώθουση και φορά.

Πρακτικά θα πρέπει να ληφθεί ένας βαθμός απόδοσης, αφού για τη μετάδοση της κίνησης θα μετασχετισθούν μηχανικά στοιχεία (γραναζιά ή ατέρμονοι κοχλίες) τα οποία έχουν απώλειες. Έτσι

$P = F \cdot U / \eta$ , όπου  $\eta = 95-99\%$  εάν μετασχετισθούν γραναζιά

$\eta = 50-90\%$  εάν για τη μετάδοση της κίνησης χρησιμοποιείται ατέρμονος κοχλίας. Η δύναμη  $F$  κρίνεται με το βάρος του σώματος  $B$  που ανυψώνεται.

Πιο ειδικά, εάν πρόκειται για ανελκυστήρα, θεωρούμε ότι για κάθε άνθρωπο η μάζα είναι  $m = 75 \text{ kg}$  άρα το βάρος  $B = mg = 75 \cdot 9,81 \frac{\text{kgm}}{\text{sec}^2}$  ή  $735,75 \text{ Nt}$ . Προσεγγιστικά μπορεί να θεωρηθεί ότι  $g \approx 10 \text{ m/sec}^2$ .

Συνεπώς  $F = B = 75 \cdot 10 \cdot k \text{ Nt}$ , όπου  $k$ : αριθμός ατόμων στον ανελκυστήρα (χωρητικότητα ανελκυστήρα). Εάν είναι ανελκυστήρας με αντίβαρο, η δύναμη αυτή μειώνεται κατά  $50\%$  αφού κατά την ανύψωση, το αντίβαρο κατεβαίνει οπότε συνεπέρχεται στην ανύψωση του σώματος με βάρος  $B$ , άρα

$$F = 0,50 B = 0,50 \cdot 10 \cdot 75 \cdot k, \text{ Nt.}$$

Παράδειγμα. Να υπολογιστεί η απαιτούμενη ισχύς κινητήρα για τη χρήση του σε ανελκυστήρα  $5$  ατόμων με ταχύτητα  $0,5 \text{ m/sec}$  και αντίβαρο. Η μετάδοση της κίνησης με ατέρμονα κοχλίες.

Είναι  $F = 0,50 B = 0,50 \cdot 75 \cdot 10 \cdot 5 = 1875 \text{ Nt}$

Για τη μεταβολή με ατέλειμα κοχλία θεωρούμε  $\eta = 75\%$ . Συνεπώς

$$P = 1875 \text{ Nt} \cdot 0,5 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \cdot \frac{1}{0,75} = 1250 \text{ Nt} \cdot \frac{\text{m}}{\text{sec}} = 1250 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{sec}^3} = 1250 \text{ W}$$

- Αντλίες

Για την άντληση υγρού με ειδικό βάρος  $\gamma$  ( $\text{Nt/m}^3$ ), με παροχή  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) από βάθος  $h$  (m), η απαιτούμενη ισχύς είναι

$$P = \gamma \cdot Q \cdot h / \eta, \text{ όπου } \eta \text{ βαθμός απόδοσης που περιλαμβάνει τις απώλειες}$$

στο σύστημα σωληνώσεων, κ.ο.κ. Τυπική τιμή 0,5

Ειδικό βάρος νερού  $\gamma = 9810 \text{ Nt/m}^3$ ,

Ειδικό βάρος πετρελαίου  $\gamma = 8000 \text{ Nt/m}^3$ .

Παράδειγμα:

Άντληση νερού με παροχή  $Q = 120 \text{ m}^3/\text{h}$  και ύψος (μανομετρικό)

$h = 10 \text{ m}$ . Να υπολογιστεί η απαιτούμενη ισχύς

$$Q = 120 \text{ m}^3/\text{h} = \frac{120}{3600} \frac{\text{m}^3}{\text{sec}} = 0,033 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ περί}$$

$$P = 9810 \text{ Nt/m}^3 \cdot 0,033 \frac{\text{m}^3}{\text{sec}} \cdot 10 \text{ m} \cdot \frac{1}{0,50} = 6540 \text{ Watt.}$$

Η παροχή ενός υγρού ή αερίου μέσα από μια διατομή  $S$  ( $\text{m}^2$ ) με

ταχύτητα  $U$  ( $\text{m}/\text{sec}$ ) ισούται με:  $Q = U \cdot S \frac{\text{m}^3}{\text{sec}}$

Παράδειγμα: Άντληση νερού με σωλήνα  $\varnothing 100 \text{ mm}$  (διάμετρος),

μανομετρική υψομετρική διαφορά  $h = 12 \text{ m}$  και ταχύτητα  $U = 98 \text{ m}/\text{sec}$ .

$$\text{Η παροχή ισούται με: } Q = U \cdot S = U \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4} = 0,8 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 0,1^2 \text{ m}^2 =$$

$$= 6,28 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec}. \text{ Απαιτούμενη ισχύς.}$$

$$P = 9810 \frac{\text{Nt}}{\text{m}^3} \cdot \frac{6,28}{1000} \frac{\text{m}^3}{\text{sec}} \cdot 12 \text{ m} \cdot \frac{1}{0,50} = 1478,56 \text{ Watt.}$$

## - Ανεμιστήρες, συμπιεστές

Οι ανεμιστήρες και οι συμπιεστές είναι υπεύθυνοι για τη μετακίνηση ενός αερίου με παροχή  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{sec}$ ) μέσω διαφοράς πίεσης  $\Delta P$  ( $\text{Nt}/\text{m}^2$ ).

Η απαιτούμενη ισχύς ισούται με  $P = Q \Delta P / \eta$ , όπου  $\eta$  είναι ένας βαθμός απόδοσης ο οποίος κυμαίνεται από 60% έως 80%. Για τις διάφορες μονάδες πίεσης υπενθυμίζεται ότι  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Nt}/\text{m}^2$ ,  $1 \text{ mm στήλης νερού} = 9,81 \text{ Nt}/\text{m}^2 \approx 1 \text{ Atm}$

### Παράδειγμα

Ανεμιστήρας σπινειά αέρα σε αγωγό ορθογώνιας διατομής  $50 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$  με ταχύτητα  $4 \text{ m}/\text{sec}$ . Η διαφορά πίεσης ανάμεσα στους δύο χώρους είναι  $100 \text{ mm}$  στήλης νερού και ο συντελεστής απόδοσης θεωρείται ίσος με 60%. Να υπολογιστεί η ισχύς του κινητήρα που απαιτείται

Η παροχή ισούται με:  $Q = U \cdot S = 4 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \cdot 0,5 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m} = 1,2 \text{ m}^3/\text{sec}$

Η διαφορά της πίεσης ισούται με  $\Delta P = 100 \cdot 9,81 = 981 \text{ Nt}/\text{m}^2$  άρα

η απαιτούμενη ισχύς είναι  $P = 1,2 \frac{\text{m}^3}{\text{sec}} \cdot 981 \frac{\text{Nt}}{\text{m}^2} = 1177,2 \frac{\text{Nt m}}{\text{sec}} = 1177,2 \text{ W}$ .

Οι στρόφιες του κινητήρα θα πρέπει να προσαρμόζονται στις στρόφιες του φορτίου. Επίσης, αν  $P > 2,5 \text{ kW}$  ή  $3 \text{ kW}$  συνήθως εφαρμόζεται τριφασικός κινητήρας και η εκκίνηση γίνεται σε συνδεσμοζεύξη Υ. Αν το φορτίο είναι συνδεδεμένο στον άξονα του κινητήρα από την εκκίνηση, τότε σε συνδεσμοζεύξη Υ ο κινητήρας αναπτύσσει ροπή εκκίνησης περίπου το  $1/3$  της ονομαστικής του ροπής ( $M_N$ ). Συνεπώς πιθανά να γινεί αρχικά αργά η ροπή πλά το φορτίο. Στην περίπτωση αυτή εφαρμόζεται μεγαλύτερος κινητήρας, ο οποίος όμως υπερδιειτουργεί στην συνδεσμοζεύξη Δ. Διαφορετικά, μπορεί ο κινητήρας να εκκινήσει εν κινή, και το φορτίο να συνδεθεί στον άξονα όταν ο κινητήρας θα βρεθεί σε συνδεσμοζεύξη Δ. Αυτά βέβαια ισχύουν για τριφασικούς κινητήρες με τυποονομαστική τάση σε συνδεσμοζεύξη Δ. Σε απεικονισμένη εκκίνηση ισχύει  $M_{εκκ} \approx 2-2,7 M_N$ . Σε σύνδεση Υ:  $M_Y = \frac{1}{3} M_{εκ}$ , γι' αυτό όταν ο κινητήρας παραμένει για πολύ χρόνο με τα τυλιχτά σε συνδεσμοζεύξη Υ υπό φορτίο, θα υπερθερμανθεί, αφού η ροπή που αναπτύσσει είναι μικρή.

· Υποδιπλασιάζει ου.

·  $M = \frac{P}{\omega}$ ,  $\omega$ : γωνιακή ταχύτητα (rad/sec),  $M$ : ροπή,  $P$  ισχύς (watts)

επειδή  $\omega = \frac{2\pi n}{60}$ ,  $n$ : στροφές/λεπτό προώτητα  $M = 9,55 \frac{P}{n}$

Επίσης για τον ασύγχρονο κινητήρα ισχύουν:

$\eta = \eta_s (1 - \frac{s}{100})$ ,  $\eta_s = \frac{3000}{P/2}$ ,  $s$ : ολίσθηση,  $\eta_s$ : σύγχρονη ταχύτητα (στροφές/λεπτό)

$P/2$  αριθμός γωγών πόλων

$s = 100 (1 - \frac{n}{n_s})$ ,  $s \approx \frac{P}{P_N} S_N \approx \frac{M}{M_N} S_N$ , όπου με δείκτη  $N$  τα

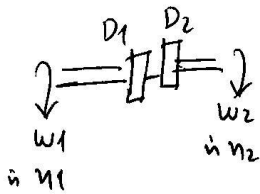
μέγιστα αναφέρονται στο ονομαστικό φορτίο

Σχέση μετάδοσης κίνησης με διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες

Έστω περιστροφή, ο κινητήρας μπορεί να κινείται με ταχύτητα γωνιακή

$\omega_1 = 2\pi \frac{n_1}{60}$ , (rad/sec) και  $n_1$  στροφές/min. και το φορτίο με γωνιακή

ταχύτητα  $\omega_2 = 2\pi \frac{n_2}{60}$ ,  $n_2$ : στροφές/λεπτό του φορτίου. Η μετατροπή



της περιστροφικής ταχύτητας επιτυγχάνεται με γραωαγία για τα οποία θα ισχύει

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

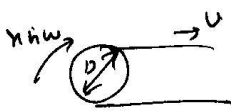
δηλαδή ο λόγο των αντιστοιχών γραωαγιών.

Οι ιμάντες και οι αλυσίδες για μεταφορά της κίνησης από έναν άξονα

σε έναν άλλον. Έστω ένας ιμάντας ο οποίος κινείται με ταχύτητα  $U$

(m/sec) και παίρνει κίνηση από έναν άξονα διαμέτρου  $D$  (m) ή ακτίνας

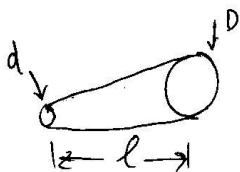
$R$  (m) που περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα  $\omega$  (rad/sec) ή  $n_1$  (rpm)



Τότε ισχύει:  $U = \omega \cdot R = D \cdot \pi \cdot \frac{n_1}{60}$  (m/sec)

Ισχύει  $\alpha = 180^\circ - 60 \cdot \frac{d-D}{l}$ , όπου  $\alpha$  το τόξο

του ιμάντα στη μικρή τροχαλία



- Προσδιορισμός κινημάτων:

Κινημάτων ηλ αυτιά με:  $\varnothing = 150 \text{ mm}$   $U = 1 \text{ m/sec}$   $h = 60 \text{ m}$

α) Προσδιορισμός  $P_{\text{ηλ}}$  με στροφές 1450-1460 rpm

$$Q = U \cdot S = 1 \text{ m/sec} \cdot 3,14 \cdot \frac{0,15^2}{4} \text{ m}^2 = 0,0176625 \frac{\text{m}^3}{\text{sec}}$$

$$P = 9810 \cdot 0,0176625 \cdot 60 / 9,5 = 20792 \text{ W} \rightarrow 20,7 \text{ kW}$$

β) Επιλογή κινημάτων από πίνα 9.13 Απ' εωςείας εκκίνηση

Επιχρυσόμε κινηματα 22 kW. Μέγεθος 1802

Άξονας οριζώντιος  $\rightarrow$  IMB3 Απόσταση  $\rightarrow$  1P54 ή 1P55

Από είναι απ' εωςείας εκκίνηση δέν υπάρχει πρόβλημα ποσότητας εκκίνηση

Από πίνα 9.13:  $n_N = 1455 \text{ rpm}$   $\eta_N = 91,2\%$   $\cos\phi_N = 0,85$

$$T_N = 144 \text{ Nm} \quad T_{\text{εκ}} = 2,6 \cdot T_N = 374,4 \text{ Ntm} \quad I_{\text{εκ}} = 64 \cdot I_N = 279,2 \text{ A}$$

γ) Βασικά ηλεκτρικά χαρακτηριστικά στο δεδομένο φάσμα:  $\frac{P}{P_N} = 0,94$

Από τα 9.33  $\eta = 0,89$   $\cos\phi = 0,83$  αρα

$$P_{\text{ηλ}} = \frac{20,7}{0,89} = 23,26 \text{ kW} \quad Q = P_{\text{ηλ}} \cdot \sin\phi = 23,26 \cdot \sin(\cos^{-1} 0,83) = 15,63 \text{ kVar}$$

$$I = \frac{23260}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,83} = 40,45 \text{ A} \quad \text{Από } \eta_N \text{ είναι } S_N = \frac{1500 - 1455}{1500} = 0,03 \text{ ή } 3\%$$

$$S = S_N \frac{P}{P_N} = 3 \cdot 0,94 = 2,82\% \quad n = n_N (1 - S) = 1500 (1 - 0,0282) = 1457,7 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{20700}{2\pi \frac{1457,7}{60}} = 135,67 \text{ Ntm} \rightarrow \text{Ποινή πορείου}$$

δ) Εκκίνηση με ΥΔ . Πρέπει να ελεγχθεί αν μπορεί ο προσηλωμένος κωδικός να εκκινήσει. Θα είναι

$$T_{εκ} = \frac{374,4}{3} = 124,8 < 135,67 \text{ (Τροχαίου)} \text{ άρα δέν μπορεί να}$$

επιφέρει ο κωδικός των 22 κω . Επιλέγουμε 30 κω με:

$$\eta_N = 1465 \text{ rpm} \quad \eta_N = 91,8\% \quad \cos\phi_N = 0,86 \quad T_N = 196 \text{ Ntm}$$

$$T_{εκ_N} = 2,7 \cdot 196 = 529,2 \text{ Ntm} \quad I_{εκ_N} = 6,4 \cdot 5P = 371,2 \text{ A} \quad \text{άρα}$$

$$T_{εκ_{ΥΔ}} = \frac{529,2}{3} = 176,4 > 135,67 \text{ (Τροχαίου)} \text{ άρα ΟΚ}$$

Υπολογισμός βασικών μεγεθών: Από σχ 9.33 είναι.  $\frac{P}{P_N} = \frac{29,7}{30} = 0,69$

$$\eta = 0,87 \quad \cos\phi = 0,8 \text{ άρα } P_{ηΔ} = 23,26 \text{ kW}$$

$$Q = 23,26 \cdot \tan(\cos^{-1} 0,8) = 17,445 \text{ kVar} \quad I = \frac{23,26}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 42 \text{ A}$$

$$S_N = \frac{1500 - 1465}{1500} = 0,023 \text{ ή } 2,3\% \quad S = S_N \cdot \frac{P}{P_N} = 2,3 \cdot 0,69 = 1,587\%$$

$$\eta = \eta_s (1 - S) = 1500 \cdot (1 - 0,01587) = 1476,2 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{20700}{6,28 \cdot \frac{1476,2}{60}} = 134,7 \text{ Ntm} \text{ μάλιστα λίγο ποεί έχω αυξηθεί λίγο}$$

οι στροφές και παρά  $T_{εκ} > T_{τροχαίου}$ .

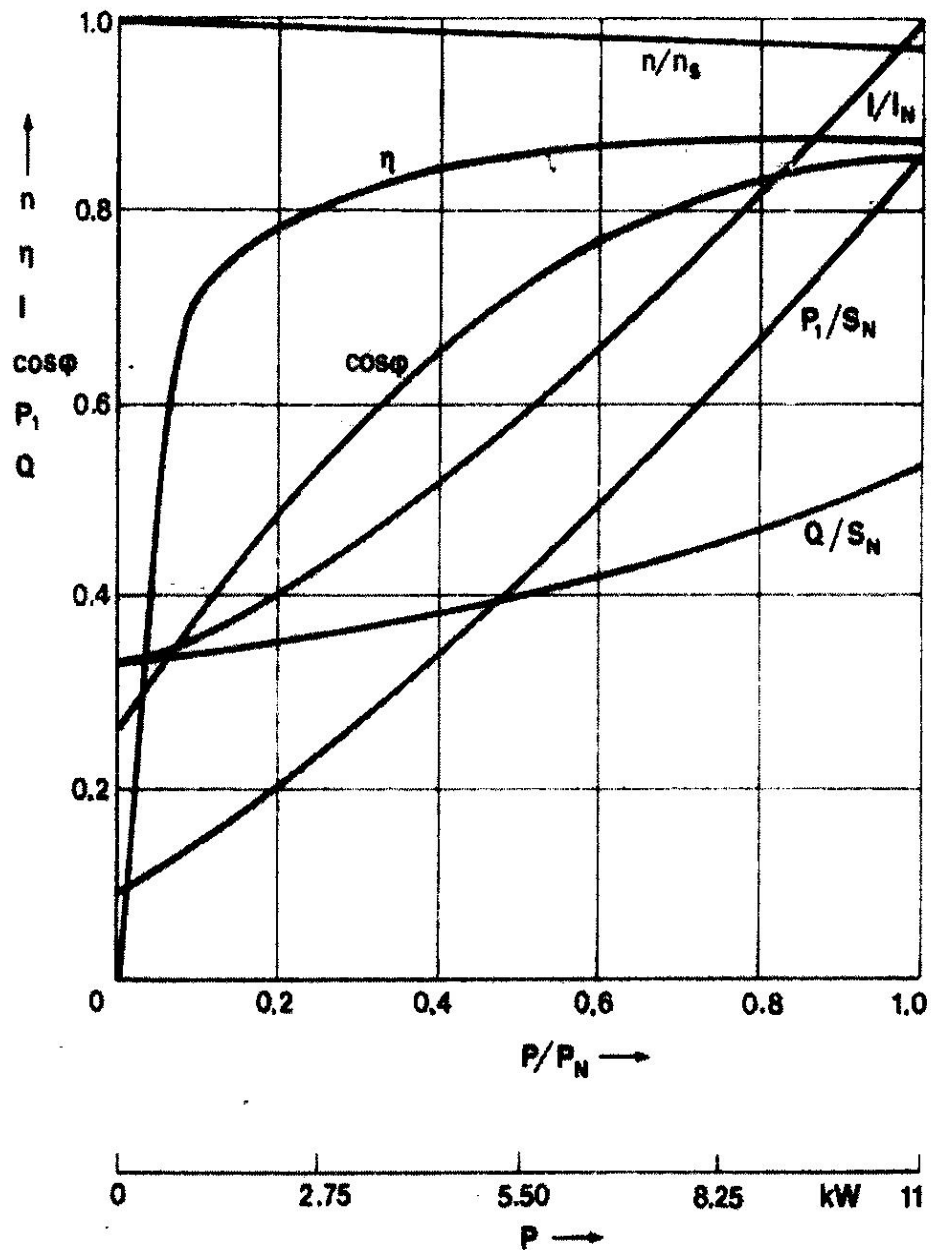
ε) Προστασία με Α.Δ.Κ και ανάληψη μαχαίρωσι

Από ΠΝ 9.10 Επιλέγουμε δεικνόντα  $I_N = 50 \text{ A}$  Ροή των θερμικών

= 42 A . Ρώμα δεικνόν ΗΗ στοιχείου 600 A. Θα πρέπει το  $I_c$

να είναι τουλάχιστον 600 A. Μέγιστη ανεγμία παροχικού καλωδίου

$$160 \text{ A.}$$



Σχ. 9.33

Χαρακτηριστικές τιμές ασύγχρονου κινητήρα σαν συνάρτηση της φόρτισης  $P$ :  
Υπολογισμένες τιμές του παραδείγματος 9.1.  
 $n$  στροφές,  $n_s$  σύγχρονες στροφές,  $\eta$  συντελεστής απόδοσης,  $\cos\phi$  συντελεστής  
ισχύος,  $I$  ρεύμα,  $I_N$  ονομαστικό ρεύμα,  $P_1$  ισχύς δικτύου,  $Q$  άεργη ισχύς,  $S_N$   
φαινομένη ισχύς δικτύου.

ΠΙΝ. 9.13

Στοιχεία τριφασικών κινητήρων βραχυκυκλωμένου κλωβού, επιφανειακής ψήξης, με εσωτερικό ανεμιστήρα, κλάσης μόνωσης Β, τιμές κατασκευαστή.  
 $2P = 4$  πόλοι,  $n_s = 1500$  στροφ/λεπ,  $IR 54$   $f = 50$  HZ.

Μέγεθος		Κλάση ροτής		Ροπή αδράνειας	Ταχύτητα σε ονομ. φορτίο	Βαθμός απόδοσης	συνφ	Ονομ. Ρεύμα	Ονομ. Ροπή	Ροπή εκκίνησης	Ρεύμα εκκίνησης	Ροπή ανατροπής	Τιμές σε πολλαπλάσια των ονομαστικών		kg
kW	HP	KL	kg m <sup>2</sup>	στροφ/λεπ	%	-	A	N <sub>m</sub>							kg
0.06	1/12	56	13	0,0027	1320	58	0,74	0,22	0,43	1,9	2,8	2,0			3,0
0.09	1/8			0,0027	1320	59	0,74	0,31	0,64	2,1	3,3	2,1			3,0
0.12	1/6	63	13	0,003	1315	56	0,75	0,44	0,88	1,9	3,0	1,9			3,5
0.18	1/4			0,0034	1320	60	0,75	0,61	1,3	2,0	3,2	2,0			4,1
0.25	1/3	71	13	0,0036	1325	62	0,78	0,79	1,8	1,7	3,2	1,7			4,8
0.37	1/2			0,0038	1375	66	0,76	1,12	2,5	2,0	3,7	2,0			6,0
0.55	3/4	80	16	0,0015	1400	71	0,80	1,47	3,7	2,3	4,7	2,4			8,0
0.75	1			0,0018	1400	74	0,80	1,95	5,1	2,5	5,0	2,6			9,4
1.1	1.5	90 S	16	0,0028	1410	75	0,81	2,8	7,5	2,1	5,0	2,5			12,3
1.5	2	90 L	16	0,0035	1405	75	0,82	3,7	10	2,2	4,9	2,6			15,6
2.2	3	100 L	16	0,0048	1415	79	0,82	5,2	15	2,2	6,0	2,6			22
3	4	100 L	16	0,0058	1415	81	0,81	6,8	20	2,7	6,2	3,0			24
4	5.5	112 M	16	0,011	1435	83	0,80	9,2	27	2,9	7,0	3,0			29
5.5	7.5	132 S	16	0,023	1450	84	0,85	11,7	36	2,2	7,0	2,8			39
7.5	10	132 M	16	0,028	1450	86	0,85	15,6	49	2,4	7,7	3,1			53
11	15	160 M	16	0,05	1460	88	0,84	22,5	72	2,4	7,6	3,0			74
15	20	160 L	16	0,07	1460	89	0,85	30	98	2,2	7,7	2,9			90
18.5	25	180 M	16	0,13	1455	90,5	0,84	37	121	2,6	6,2	2,5			165
22	30	180 L	16	0,15	1455	91,2	0,85	43	144	2,6	6,4	2,5			180
30	40	200 L	16	0,24	1465	91,8	0,86	58	196	2,7	6,4	2,5			240
37	50	225 S	16	0,44	1470	92,3	0,86	71	240	2,7	6,7	2,5			300
45	60	225 M	16	0,52	1470	93	0,87	85	292	2,7	6,7	2,5			330
55	75	250 M	16	0,79	1475	93,5	0,87	102	356	2,7	6,7	2,5			435
75	100	280 S	16	1,4	1480	94,3	0,86	140	494	2,5	6,7	2,5			610
90	125	280 M	16	1,6	1480	94,6	0,86	168	581	2,5	6,8	2,5			660
110	150	315 S	16	2,2	1485	94,7	0,86	205	707	2,5	6,7	2,5			830
132	180	315 M	16	2,7	1485	95,1	0,87	240	849	2,5	6,9	2,5			910
160	220	315 L	16	3,2	1485	95,5	0,87	295	1030	2,5	7,0	2,5			1060
200	270	315 L	16	4,2	1485	95,8	0,87	365	1290	2,6	7,0	2,5			1200
250	340	355 L	13	6,0	1488	96	0,88	450	1610	2,1	7,0	2,6			1590
315	428	355 L	13	7,4	1488	96,3	0,88	560	2020	2,1	7,0	2,6			1790
355	483	400 L	13	12	1490	96,3	0,88	640	2280	2,1	7,0	2,6			2120
400	544	400 L	13	14	1490	96,5	0,88	720	2560	2,1	7,0	2,6			2260