

Οι σωλήνες από δικτυωμένο PE παρουσιάζουν εξαιρετικά λεία εσωτερική επιφάνεια, με αποτέλεσμα να έχουν πολύ μικρό συντελεστή τραχύτητας (0,006mm), ο οποίος συγκρινόμενος με άλλους τύπους σωλήνων, ακόμη και αυτού του χαλκού ( $\kappa=0,014\text{mm}$ ) είναι πολύ χαμηλότερος.

Η επιφάνεια κάθε στερεού, όσο λεία και αν φαίνεται, παρουσιάζει ανωμαλίες. Το μέγεθος των ανωμαλιών αυτών εκφράζεται ποσοτικά με ένα χαρακτηριστικό μήκος,  $e$ , το οποίο ονομάζεται απόλυτη τραχύτητα της επιφάνειας. Το μήκος  $e$  είναι ίσο με τη μέση στατιστική τιμή των υψών των εσοχών και των προεξοχών της επιφάνειας σε μια μεγάλη (σχετικά με το μέγεθός τους) έκταση.

Η τιμή  $e$  εξαρτάται από το υλικό κατασκευής και από την επεξεργασία των εσωτερικών τοιχωμάτων του σωλήνα. Η διάβρωση και οι αποθέσεις αυξάνουν την τραχύτητα. Βέβαια επειδή παίζει ρόλο και η εσωτερική διάμετρος ώστε να κρίνουμε αν είναι αμελητέα ή όχι η τραχύτητα, χρησιμοποιούμε το λόγο  $e/d$  που ονομάζεται σχετική τραχύτητα.

Ο συντελεστής τραχύτητας,  $n$ , χρησιμοποιείται για υδραυλικούς υπολογισμούς και υπολογίζεται από την εξίσωση του Manning:

$$n = [ R^{(2/3)} X S^{(1/2)} ] / V$$

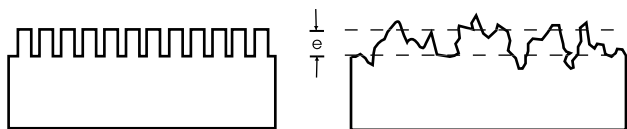
όπου

$R$  = η υδραυλική ακτίνα,

$S$  = η κλίση του αγωγού,

$V$  = ταχύτητα ροής

Ο συντελεστής τραχύτητας εξαρτάται από το υλικό του σωλήνα, αλλά και από άλλους παράγοντες όπως κακές συνδέσεις, μη ευθύγραμμη τοποθέτηση κ.λ.π.



#### Μέση τραχύτητα σωλήνων του εμπορίου

ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ (mm)	ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ (mm)
Χάλυβας Εμπορίου	0,046	Χαλκός, Ελαφρά μέταλλα	0,013 + 0,015
Χυτοσίδηρος	0,26	Σκυρόδεμα	0,3 + +3,0
Γαλβανισμένος σίδηρος	0,15	Κεραμικό	~0,07
Ασφαλτωμένος σίδηρος	0,12	Πλαστικό	0,006

Λόγω αυτού του χαρακτηριστικού οι απώλειες πίεσης στα τμήματα των δικτύων σωληνώσεων παρουσιάζουν χαμηλές τιμές, διευκολύνοντας τους υπολογισμούς στη μελέτη και κάνοντας οικονομικότερη την εγκατάσταση χρησιμοποιώντας για τις ίδιες απαιτήσεις ποσότητας νερού μικρότερες διατομές σωλήνων και αντλίες μικρότερης ισχύος.

Η δε εγκατάσταση λειτουργεί αθόρυβα και χωρίς προβλήματα, δίνοντας τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν, όπου απαιτούνται, μεγαλύτερες ταχύτητες νερού, χωρίς να μας απασχολεί το πρόβλημα της δημιουργίας θορύβου ή της δόνησης των σωλήνων κατά τη λειτουργία. Στο διάγραμμα που παραθέτουμε απεικονίζονται οι καμπύλες που είναι υπολογισμένες για θερμοκρασία νερού  $80^\circ\text{C}$ .

Για σωλήνα  $\Phi 16 \times 2,0$  και για ζητούμενη παροχή  $Q = 140 \text{ l/h}$ , η ταχύτητα ροής είναι  $V = 0,37 \text{ m/s}$  και η τιμή της απώλειας φορτίου είναι ίση με  $R = 17 \text{ mm H}_2\text{O/m}$ .

Επειδή όμως έχουμε υπολογίσει το διάγραμμα απωλειών με θερμοκρασία νερού  $80^\circ\text{C}$  (κεντρική θέρμανση) πρέπει να διαιρέσουμε την τιμή  $R = 17\text{mm}$  με ένα συντελεστή διόρθωσης ( $F_c$ ), στην περίπτωση που θέλουμε να υπολογίσουμε την απώλεια σε θερμοκρασία νερού  $25^\circ\text{C}$  (υδραυλική εγκατάσταση). Το συντελεστή αυτό τον βρίσκουμε στο πιο κάτω διάγραμμα και στο παράδειγμά μας είναι 0,935.

Άρα λοιπόν  $R = 17/0,935 = 18,18\text{mm H}_2\text{O/m}$  είναι η πραγματική τιμή  $R$  (απώλειες φορτίου) στους  $25^\circ\text{C}$ .

Με την βοήθεια του ισοδύναμου  $\text{Pa/m}$  ( $1000 \text{ Pa} = 0,01 \text{ Bar}$ ) η απώλεια πίεσης μεταφρασμένη σε Bar στο συγκεκριμένο παράδειγμα είναι  $18,18/10000 = 0,001818 \text{ Bar/m}$ .

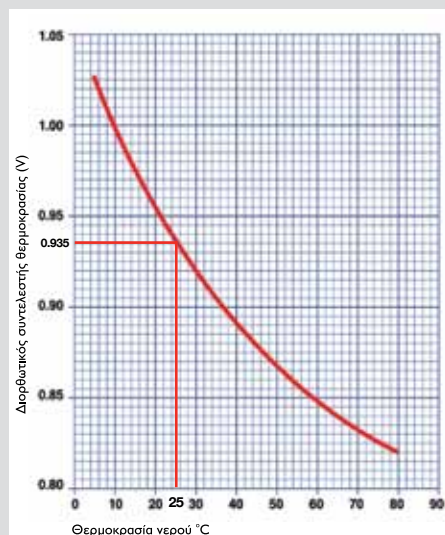
Στο διάγραμμα αυτό μπορεί να καθοριστεί η τιμή της απώλειας φορτίου σχετικά εύκολα όταν οι υπόλοιπες παράμετροι είναι γνωστές π.χ.:

$R$  = τιμή απώλειας φορτίου σε  $\text{mm H}_2\text{O}$

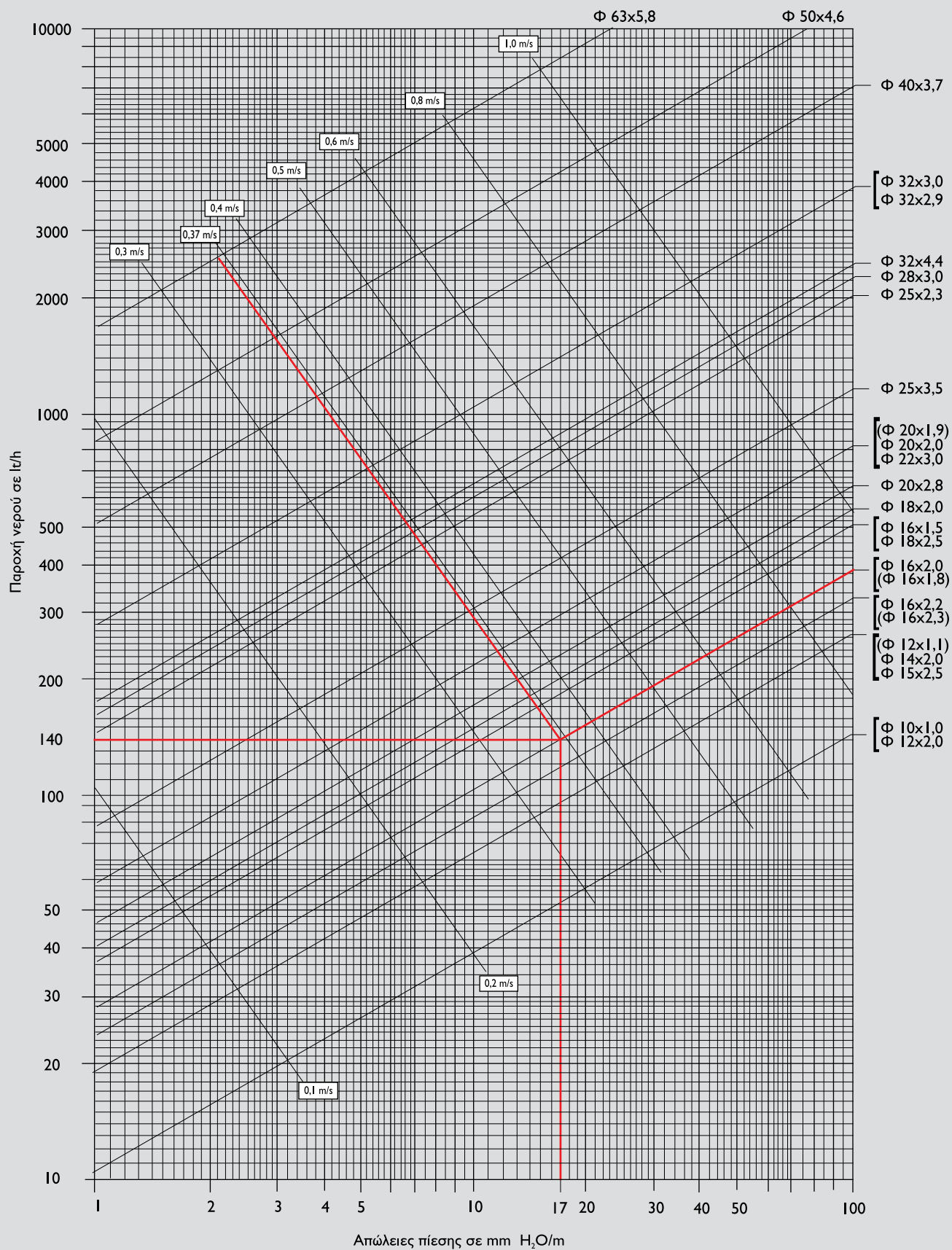
$V$  = τιμή ταχύτητας νερού σε  $\text{m/s}$

$Q$  = τιμή παροχής νερού σε  $\text{l/h}$

$L$  = μήκος σωλήνων που θέλουμε να υπολογίσουμε σε  $\text{m}$ .



## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΙΕΣΗΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΡΕΧ ΣΤΟΥΣ 80°C



ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΔΩΝ

Como Pex - Ø15x2.5 PE-Xb

Εξωτερική διάμετρος σωλήνα: 15mm  
Πάχος τοιχώματος: 2.5mm  
Συντελεστής τραχύτητας σωλήνωσης: K = 0,006mm

				Δt 20		Δt 15
(v) m/s	l/s	Kg/h*	m³/h	Kcal/h* 20K	Kcal/h* 15K	(R) mΥΣ
0,30	0,0236	83,57	0,085	1.695	1.273	0,016
0,40	0,0314	111,10	0,113	2.260	1.695	0,027
0,50	0,0394	139,60	0,142	2.830	2.120	0,040
0,60	0,0472	167,14	0,170	3.395	2.545	0,055
0,70	0,0550	194,67	0,198	3.960	2.967	0,073
0,80	0,0628	222,20	0,226	4.525	3.395	0,092
0,90	0,0708	250,71	0,255	5.090	3.815	0,114
1,00	0,0786	278,24	0,283	5.655	4.240	0,137
1,10	0,0864	305,77	0,311	6.220	4.665	0,163
1,20	0,0942	333,30	0,339	5.090	6.785	0,190
1,30	0,1019	360,83	0,367	7.350	5.512	0,220
1,40	0,1100	389,34	0,396	7.915	5.938	0,251
1,50	0,1178	416,87	0,424	8.480	6.360	0,285
1,60	0,1258	445,38	0,453	9.050	6.785	0,320

Kg/h\* Η αναλογία Kg/h - m³/h δίνεται για νερό θερμοκρασίας 60°C

Como Pex - Ø16x2.0 PE-Xb

Εξωτερική διάμετρος σωλήνα: 16mm  
Πάχος τοιχώματος: 2.0mm  
Συντελεστής τραχύτητας σωλήνωσης: K = 0,006mm

				Δt 20		Δt 15
(v) m/s	l/s	Kg/h*	m³/h	Kcal/h* 20K	Kcal/h* 15K	(R) mΥΣ
0,30	0,0339	119,95	0,122	2.440	1.830	0,013
0,40	0,0453	160,26	0,163	3.255	2.445	0,022
0,50	0,0567	200,57	0,204	4.070	3.055	0,032
0,60	0,0678	239,90	0,244	4.885	3.665	0,044
0,70	0,0792	280,21	0,285	5.700	4.275	0,058
0,80	0,0906	320,52	0,326	6.516	4.885	0,073
0,90	0,1019	360,83	0,367	7.331	5.495	0,090
1,00	0,1131	400,16	0,407	8.145	6.110	0,109
1,10	0,1244	440,47	0,448	8.960	6.715	0,130
1,20	0,1358	480,78	0,489	9.775	7.326	0,152
1,30	0,1469	520,11	0,529	10.580	7.941	0,175
1,40	0,1583	560,42	0,570	11.400	8.552	0,200
1,50	0,1697	600,73	0,611	12.220	9.160	0,227
1,60	0,1808	640,06	0,651	13.030	9.770	0,255

Kg/h\* Η αναλογία Kg/h - m³/h δίνεται για νερό θερμοκρασίας 60°C

Como Pex - Ø16x2.2 PE-Xb

Εξωτερική διάμετρος σωλήνα: 16mm  
Πάχος τοιχώματος: 2.2mm  
Συντελεστής τραχύτητας σωλήνωσης: K = 0,006mm

				Δt 20		Δt 15
(v) m/s	l/s	Kg/h*	m³/h	Kcal/h* 20K	Kcal/h* 15K	(R) mΥΣ
0,30	0,0317	112,08	0,114	2.280	1.710	0,014
0,40	0,0422	149,44	0,152	3.040	2.280	0,022
0,50	0,0528	186,80	0,190	3.801	2.855	0,033
0,60	0,0633	224,10	0,228	4.562	3.425	0,046
0,70	0,0739	261,53	0,266	5.325	3.995	0,060
0,80	0,0847	299,87	0,305	6.091	4.565	0,077
0,90	0,0950	336,25	0,342	6.850	5.135	0,094
1,00	0,1058	374,59	0,381	7.610	5.705	0,114
1,10	0,1164	411,96	0,419	8.369	6.280	0,135
1,20	0,1269	449,32	0,457	9.130	6.850	0,158
1,30	0,1375	486,68	0,495	9.890	7.420	0,183
1,40	0,1481	524,04	0,533	10.650	7.990	0,209
1,50	0,1586	561,40	0,571	11.410	8.560	0,237
1,60	0,1692	598,76	0,609	12.180	9.130	0,267

Kg/h\* Η αναλογία Kg/h - m³/h δίνεται για νερό θερμοκρασίας 60°C

Como Pex - Ø18x2.0 PE-Xb

Εξωτερική διάμετρος σωλήνα: 18mm  
Πάχος τοιχώματος: 2.0mm  
Συντελεστής τραχύτητας σωλήνωσης: K = 0,006mm

				Δt 20		Δt 15
(v) m/s	l/s	Kg/h*	m³/h	Kcal/h* 20K	Kcal/h* 15K	(R) mΥΣ
0,30	0,0464	164,19	0,167	3.330	2.495	0,011
0,40	0,0617	218,27	0,222	4.430	3.325	0,018
0,50	0,0769	223,18	0,277	5.540	4.160	0,026
0,60	0,0925	327,40	0,333	6.650	4.990	0,036
0,70	0,1078	381,48	0,388	7.740	5.820	0,048
0,80	0,1231	435,55	0,443	8.870	6.650	0,060
0,90	0,1386	490,61	0,499	9.970	7.480	0,075
1,00	0,1539	544,69	0,554	11.080	8.310	0,090
1,10	0,1694	599,75	0,610	12.190	9.148	0,107
1,20	0,1847	653,82	0,665	13.300	9.975	0,125
1,30	0,2003	708,88	0,721	14.410	10.810	0,145
1,40	0,2158	763,94	0,777	15.520	11.650	0,166
1,50	0,2308	817,03	0,831	16.620	12.470	0,187
1,60	0,2464	872,09	0,887	17.730	13.300	0,211

Kg/h\* Η αναλογία Kg/h - m³/h δίνεται για νερό θερμοκρασίας 60°C

**Como Pex - Ø18x2.5 PE-Xb**

Εξωτερική διάμετρος σωλήνα: 18mm

Πάχος τοιχώματος: 2.2mm

Συντελεστής τραχύτητας σωλήνωσης:  $K = 0,006\text{mm}$ 

				$\Delta t \ 20$	$\Delta t \ 15$	
(v) m/s	l/s	Kg/h *	m³/h	Kcal/h * 20K	Kcal/h * 15K	(R) mYΣ
0,30	0,04	140,59	0,143	2.870	2.150	0,012
0,40	0,05	187,79	0,191	3.820	2.870	0,019
0,50	0,07	234,98	0,239	4.780	3.585	0,029
0,60	0,08	282,17	0,287	5.730	4.300	0,040
0,70	0,09	329,37	0,335	6.690	5.020	0,052
0,80	0,11	376,56	0,383	7.650	5.735	0,066
0,90	0,12	422,77	0,430	8.600	6.450	0,082
1,00	0,13	469,96	0,478	9.560	7.170	0,099
1,10	0,15	517,16	0,526	10.510	7.885	0,117
1,20	0,16	564,35	0,574	11.470	8.600	0,137
1,30	0,17	610,56	0,621	12.420	9.320	0,159
1,40	0,19	657,76	0,669	13.380	10.040	0,181
1,50	0,20	704,95	0,717	14.340	10.750	0,205
1,60	0,21	752,14	0,765	15.290	11.470	0,231

Kg/h \* Η αναλογία Kg/h - m³/h δίνεται για νερό θερμοκρασίας 60°C

**Como Pex - Ø22x3.0 PE-Xb**

Εξωτερική διάμετρος σωλήνα: 22mm

Πάχος τοιχώματος: 3.0mm

Συντελεστής τραχύτητας σωλήνωσης:  $K = 0,006\text{mm}$ 

				$\Delta t \ 20$	$\Delta t \ 15$	
(v) m/s	l/s	Kg/h *	m³/h	Kcal/h * 20K	Kcal/h * 15K	(R) mYΣ
0,30	0,06	213,35	0,217	4.350	3.260	0,009
0,40	0,08	285,12	0,290	5.797	4.340	0,015
0,50	0,10	355,91	0,362	7.240	5.430	0,022
0,60	0,12	426,70	0,434	8.680	6.510	0,031
0,70	0,14	498,48	0,507	10.140	7.600	0,040
0,80	0,16	569,27	0,579	11.580	8.690	0,051
0,90	0,18	640,06	0,651	13.030	9.770	0,063
1,00	0,20	711,83	0,724	14.480	10.860	0,076
1,10	0,22	782,62	0,796	15.930	11.940	0,091
1,20	0,24	854,40	0,869	17.370	13.030	0,106
1,30	0,26	925,19	0,941	18.820	14.110	0,123
1,40	0,28	995,98	1,013	20.260	15.200	0,140
1,50	0,30	1067,75	1,086	21.710	16.290	0,159
1,60	0,32	1138,54	1,158	23.160	17.370	0,179

Kg/h \* Η αναλογία Kg/h - m³/h δίνεται για νερό θερμοκρασίας 60°C

**Como Pex - Ø28x3.0 PE-Xb**

Εξωτερική διάμετρος σωλήνα: 28mm

Πάχος τοιχώματος: 3.0mm

Συντελεστής τραχύτητας σωλήνωσης:  $K = 0,006\text{mm}$ 

				$\Delta t \ 20$	$\Delta t \ 15$	
(v) m/s	l/s	Kg/h *	m³/h	Kcal/h * 20K	Kcal/h * 15K	(R) mYΣ
0,30	0,1139	403,11	0,410	8.200	6.150	0,006
0,40	0,1522	538,79	0,548	10.920	8.220	0,01
0,50	0,1903	673,49	0,685	13.680	10.270	0,015
0,60	0,2281	807,20	0,821	16.410	12.320	0,021
0,70	0,2661	941,90	0,958	19.150	14.370	0,027
0,80	0,3042	1076,60	1,095	21.900	16.420	0,034
0,90	0,3422	1211,30	1,232	24.630	18.480	0,043
1,00	0,3803	1346,00	1,369	27.380	20.520	0,051
1,10	0,4181	1479,71	1,505	30.100	22.580	0,061
1,20	0,4564	1615,39	1,643	32.840	24.640	0,072
1,30	0,4942	1749,11	1,779	35.580	26.680	0,083
1,40	0,5325	1884,79	1,917	38.330	28.740	0,095
1,50	0,5703	2018,50	2,053	41.050	30.800	0,107
1,60	0,6083	2153,20	2,190	43.800	32.850	0,121

Kg/h \* Η αναλογία Kg/h - m³/h δίνεται για νερό θερμοκρασίας 60°C

**Como Pex - Ø32x3.0 PE-Xb**

Εξωτερική διάμετρος σωλήνα: 32mm

Πάχος τοιχώματος: 3.0mm

Συντελεστής τραχύτητας σωλήνωσης:  $K = 0,006\text{mm}$ 

				$\Delta t \ 20$	$\Delta t \ 15$	
(v) m/s	l/s	Kg/h *	m³/h	Kcal/h * 20K	Kcal/h * 15K	(R) mYΣ
0,30	0,1592	563,37	0,573	11.450	8.600	0,005
0,40	0,2125	752,14	0,765	15.3	11.460	0,008
0,50	0,2656	939,93	0,956	16.100	14.340	0,012
0,60	0,3189	1128,71	1,148	22.950	17.200	0,017
0,70	0,3719	1316,50	1,339	26.750	20.080	0,022
0,80	0,4250	1504,29	1,530	30.600	22.950	0,028
0,90	0,4778	1691,10	1,720	34.400	25.800	0,035
1,00	0,5311	1879,87	1,912	38.210	28.680	0,042
1,10	0,5842	2067,66	2,103	42.050	31.550	0,050
1,20	0,6369	2254,47	2,293	45.870	34.400	0,058
1,30	0,6903	2443,25	2,485	49.700	37.260	0,067
1,40	0,7436	2632,02	2,677	53.500	40.150	0,077
1,50	0,7967	2819,81	2,868	57.350	43.000	0,087
1,60	0,8497	3007,60	3,059	61.150	45.880	0,098

Kg/h \* Η αναλογία Kg/h - m³/h δίνεται για νερό θερμοκρασίας 60°C