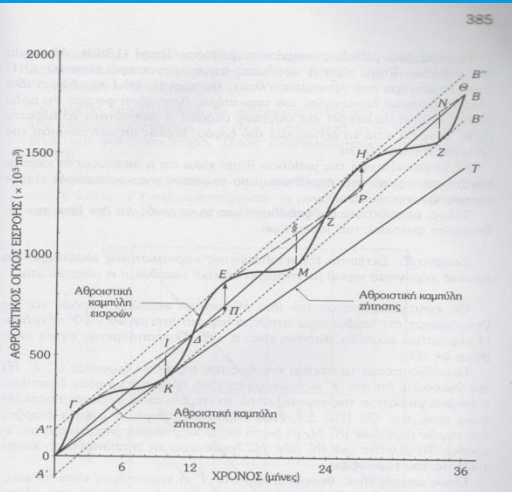


# Μέθοδος Rippl

Δρ Μ. Σπηλιώτης



# Rippl

- Rippl (1883) Μέθοδος **αθροιστικής** καμπύλης **εισροών-εκροών**: γραφική μέθοδος σχεδιασμού βασισμένη στο ιστορικό δείγμα εισροών
- Σενάριο: Αθροιστική εισροή = αθροιστική εκροή, ξηρά έτη

Σενάριο: Αθροιστική εισροή =  
αθροιστική εκροή, ξηρά έτη

Η μεταβλητότητα των απορροών μελετάται με τη βοήθεια της **καμπύλης διάρκειας** της παροχής και της **αθροιστικής καμπύλης** της απορροής.

• **Καμπύλη διάρκειας** της παροχής είναι το διάγραμμα ενός διατεταγμένου συνόλου παροχών κάποιας χρονικής περιόδου στο οποίο σε κάθε τιμή της παροχής εκφράζεται συναρτήσσει του ποσοστού του χρόνου κατά τον οποίο η τιμή αυτή απαντάται με ίση ή μεγαλύτερη τιμή. Στο Σχήμα (4.6) φαίνεται ότι η τιμή π.χ.  $Q_1$  θα υπερβληθεί συνολικά κατά τη χρονική διάρκεια  $t_1$ , ήτοι σε ποσοστό  $100 \times t_1 / T$  % του συνολικού χρόνου  $T$ . Η ελάχιστη παροχή  $Q_{min}$  είναι εξασφαλισμένη 100% του χρόνου.

• **Αθροιστική καμπύλη** απορροής μια διατομή υδατορρεύματος είναι το διάγραμμα χρόνου – αθροιστικού όγκου νερού που διέρχεται από τη διατομή (Σχ. 4.7). Η κλίση της αθροιστικής καμπύλης παροχής σε μια χρονική στιγμή  $t$  είναι ίση με την παροχή τη χρονική στιγμή αυτή όπως προκύπτει από την εξίσωση:

$$εφω = \frac{d\Sigma V}{dt} = Q_{(t)} \quad (4.26)$$

# Αθροιστική εισροή = αθροιστική εκροή

Η κλίση της ευθείας που συνδέει δύο σημεία της καμπύλης σε χρόνους  $t_1$  και  $t_2$  αντίστοιχα δίνει τη μέση παροχή στο διάστημα  $[t_1, t_2]$ :

$$\varepsilon\phi\omega = \frac{\Sigma V_{t_2} - \Sigma V_{t_1}}{t_2 - t_1} \quad (4.27)$$

Είναι γνωστό ότι οι φυσικές παροχές σε μια διατομή ενός υδατορρέυματος είναι μεταβλητές κατά την διάρκεια ενός ή περισσότερων υδρολογικών κύκλων. Είναι επίσης προφανές ότι οι χρήσεις του νερού είναι πολλές και ποικίλες (παραγωγή ενέργειας, αρδεύσεις, υδρεύσεις, κ.τ.λ.) και η παροχή κατανάλωσης παρουσιάζει μια μεταβλητότητα στο χρόνο οπωσδήποτε διαφορετική από αυτή των φυσικών παροχών. Σε μια πλήρη εκμετάλλευση προφανώς θα ισχύει :

$$\int_0^T q_\phi(t) dt = \int_0^T q_x(t) dt$$

όπου  $T$  : η εξεταζόμενη χρονική περίοδος

$q_\phi(t)$  : φυσική παροχή

$q_x(t)$  : παροχή κατανάλωσης

Ταμειυτήρες:  
Αρχικά υποθέτω  
σταθερή εκροή  
(απόληψη) και μη  
σταθερή εισροή

# Ωφέλιμος όγκος ταμιευτήρα (?)

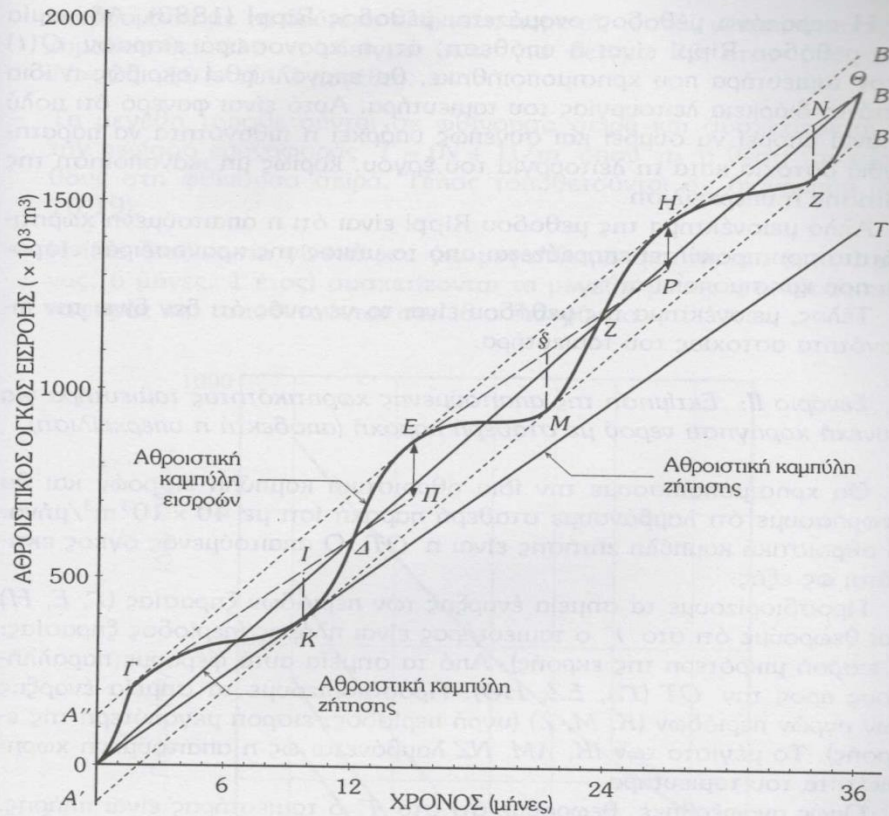
## Ωφέλιμος όγκος ταμιευτήρα

Για να είναι δυνατή η εξασφάλιση της  $q_x(t)$  σε όλη την περίοδο μελέτης είναι απαραίτητη η δυνατότητα αποθήκευσης κάποιων ποσοτήτων νερού σε ένα ταμιευτήρα. Η χωρητικότητα που πρέπει να έχει ένας ταμιευτήρας για να εξασφαλίσει κάποια **εγγυημένη παροχή** (σταθερή ή μεταβλητή) προς τα κατάντη λέγεται **ωφέλιμος όγκος** του ταμιευτήρα. Ο ωφέλιμος όγκος ενός ταμιευτήρα μπορεί να υπολογισθεί ως εξής:

- Σχεδιάζεται η αθροιστική καμπύλη εισροών και η αθροιστική καμπύλη εκροών ή καμπύλη κατανάλωσης. Στην περίπτωση που η αξιοποίηση των εισροών είναι πλήρης, οι δύο καμπύλες έχουν κοινή απόληξη.

- Μετατοπίζεται η καμπύλη κατανάλωσης παράλληλα με την αρχική της θέση και κατακόρυφα προς τα πάνω και προς τα κάτω ώστε να έχει ένα μόνο κοινό σημείο κάθε φορά με την καμπύλη εισροών .

Η κατακόρυφη απόσταση των μετατοπισμένων καμπύλων μας δίνει σε μονάδες χρόνου τον ζητούμενο ωφέλιμο όγκο, ο οποίος προκύπτει τόσο μεγαλύτερος, όσο πιο έντονα διαφοροποιείται ο ρυθμός χρήσης του νερού από εκείνων των φυσικών εισροών (Σχ. 4.7).



Σχ. 10.18: Η αθροιστική καμπύλη της απορροής (Διάγραμμα Rippl).

Όταν πρόκειται για σχεδιασμό ταμιευτήρα μ' αυτή τη μέθοδο θα πρέπει το διάστημα που εξετάζουμε να είναι το ξηρότερο στο δείγμα που διαθέτουμε.

Για να βρούμε την απαιτούμενη χωρητικότητα του ταμιευτήρα φέρουμε από τα σημεία Γ και Ζ της αθροιστικής καμπύλης εισροών, που απέχουν περισσότερο από την αθροιστική καμπύλη ζήτησης (δηλαδή την  $OB$ ), παράλληλες προς την αθροιστική καμπύλη ζήτησης ( $A'B''$  και  $A'B'$ ). Η κατακόρυφη απόσταση των δύο παραλλήλων  $A'B'$  και  $A'B''$  [ $(A'A'') = (A'O) + (OA') =$  μέγιστη περίσσεια + μέγιστο έλλειμμα] μας δίνει τον απαιτούμενο όγκο του ταμιευτήρα ( $240 \times 10^3 \text{ m}^3$ ). Εάν στην αρχή του χρόνου υπάρχει στον ταμιευτήρα όγκος νερού ίσος με το μέγιστο έλλειμμα τότε, θεωρητικά, ο ταμιευτήρας δεν θα αδειάσει ποτέ. Δηλαδή δεν θα υπάρχει ποτέ πρόβλημα στην ικανοποίηση της ζήτησης, αλλά ούτε και θα συμβεί υπερχειλίση.

Εξελ:

ΙΜέγιστη περίσσεια+  
ΙΜέγιστο έλλειμμα

Από τους υπολογισμούς  
αθροιστική εισροή –  
αθροιστική εκροή

Έστω ότι έχουμε τις παρακάτω αθροιστικές τιμές εισροών σε ταμιευτήρα (σε  $m^3$ ) για ένα διάστημα μιας ξηρής περιόδου διάρκειας τριών ετών.

Μήνας	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος
Ιανουάριος	$90 \times 10^3$	$705 \times 10^3$	$1290 \times 10^3$
Φεβρουάριος	$220 \times 10^3$	$800 \times 10^3$	$1400 \times 10^3$
Μάρτιος	$260 \times 10^3$	$845 \times 10^3$	$1445 \times 10^3$
Απρίλιος	$290 \times 10^3$	$880 \times 10^3$	$1480 \times 10^3$
Μάϊος	$310 \times 10^3$	$900 \times 10^3$	$1500 \times 10^3$
Ιούνιος	$320 \times 10^3$	$910 \times 10^3$	$1520 \times 10^3$
Ιούλιος	$340 \times 10^3$	$920 \times 10^3$	$1530 \times 10^3$
Αύγουστος	$350 \times 10^3$	$930 \times 10^3$	$1550 \times 10^3$
Σεπτέμβριος	$365 \times 10^3$	$960 \times 10^3$	$1555 \times 10^3$
Οκτώβριος	$400 \times 10^3$	$1010 \times 10^3$	$1615 \times 10^3$
Νοέμβριος	$480 \times 10^3$	$1110 \times 10^3$	$1680 \times 10^3$
Δεκέμβριος	$600 \times 10^3$	$1200 \times 10^3$	$1800 \times 10^3$

Τσακίρης, 2013

Σχεδιάζουμε την αθροιστική καμπύλη εισροών  $O-G-K-\Delta-E-M-Z-H-Z-\Theta-B$  για τα τρία συνεχόμενα έτη (Σχ. 10.18).

Για συνεχή χορήγηση νερού με σταθερή παροχή, η παροχή απόληψης είναι:  $1800 \times 10^3 m^3 / 36 \text{ μήνες} = 50 \times 10^3 m^3 / \text{μήνα}$ .



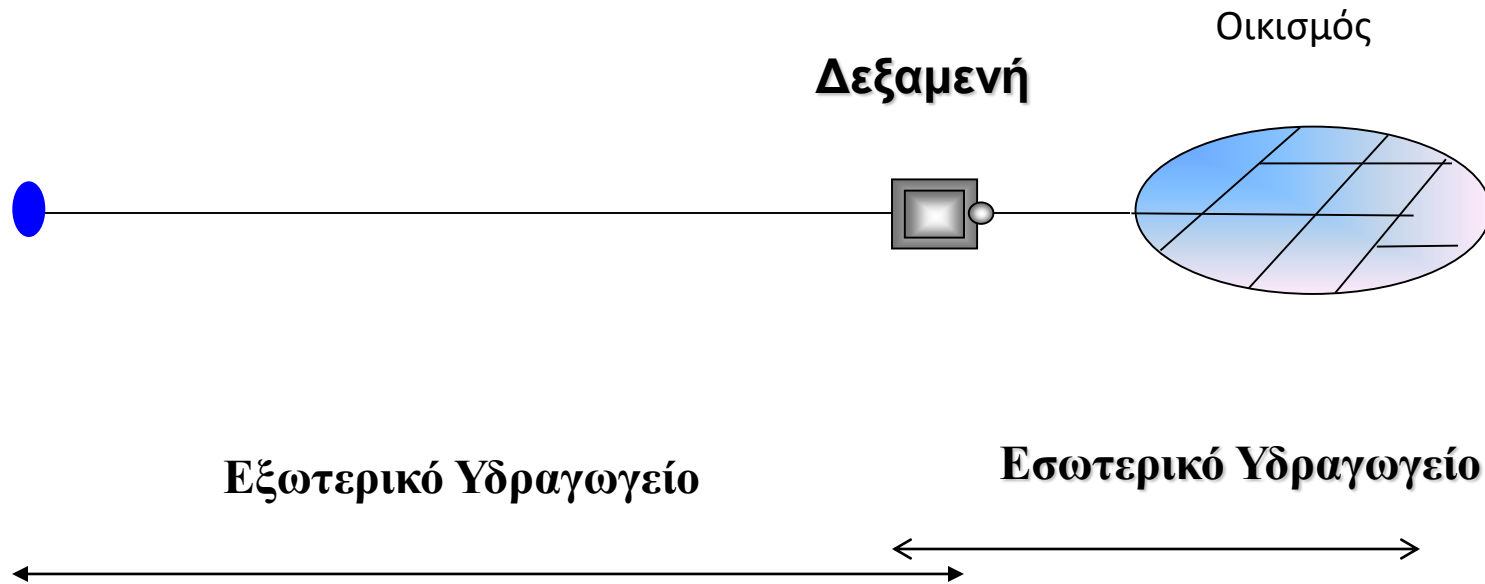
	μηνιαίες εισροές (*10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	(A) αθρ εισροή (*10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	μηνιαία καταναλ (*10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	(B) αθροιστ καταναλ (*10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	(A)-(B) (*10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
1	90	90	50	50	40
2	130	220	50	100	120
3	40	260	50	150	110
4	30	290	50	200	90
5	20	310	50	250	60
6	10	320	50	300	20
7	20	340	50	350	-10
8	10	350	50	400	-50
9	15	365	50	450	-85
10	35	400	50	500	-100
11	80	480	50	550	-70
12	120	600	50	600	0
13	105	705	50	650	55
14	95	800	50	700	100
15	45	845	50	750	95
16	35	880	50	800	80
17	20	900	50	850	50
18	10	910	50	900	10
19	10	920	50	950	-30
20	10	930	50	1000	-70
21	30	960	50	1050	-90
22	50	1010	50	1100	-90
23	100	1110	50	1150	-40
24	90	1200	50	1200	0
25	90	1290	50	1250	40
26	110	1400	50	1300	100
27	45	1445	50	1350	95
28	35	1480	50	1400	80
29	20	1500	50	1450	50
30	20	1520	50	1500	20
31	10	1530	50	1550	-20
32	20	1550	50	1600	-50
33	5	1555	50	1650	-95
34	60	1615	50	1700	-85
35	65	1680	50	1750	-70
36	120	1800	50	1800	0
					-100 Vmin
					120 vmax
					220 Smax
	μέση μηνιαία καταναλ (*10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )		50		

# Μειονεκτήματα μεθόδου

- Υπόθεση: η χρονοσειρά θα πρέπει να επαναληφθεί πανομοιότυπα
- Ο σχεδιασμός δεν δίνει πιθανότητα αστοχίας
- Αν αλλάξει το μήκος της χρονοσειράς αλλάζει το αποτέλεσμα

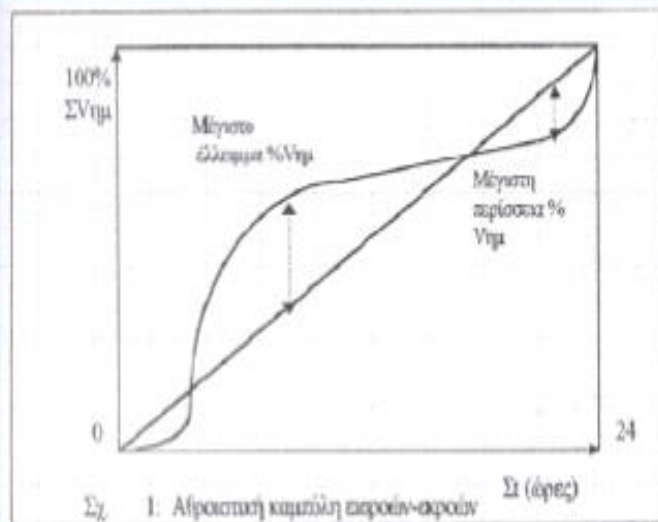
Εφαρμογή σε δεξαμενή ρύθμισης  
Υδρεύσεις

# Υδραγωγείο



# Διαστασιολόγηση Δεξαμενής ρύθμισης

## Διαστασιολόγηση δεξαμενής ρυθμίσεως



- Όγκος ρύθμισης

$$V_{\text{όγκος ρυθμίσεως}} = \left| V_{\text{max}_{\text{περ.}}} \right| + \left| V_{\text{max}_{\text{ελλ.}}} \right|$$

- Όγκος Πυρκαγιάς

$$V_{\pi} = N_{\text{ώρες}} \times 2_{\text{στόμια}} \times 5 \text{ l/s}$$

Συνολικός όγκος δεξαμενής:

$$V_{\text{ολ}} = V_{\pi} + V_{\text{o.ρυθμ.}}$$

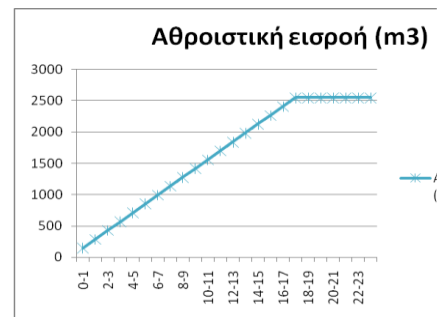
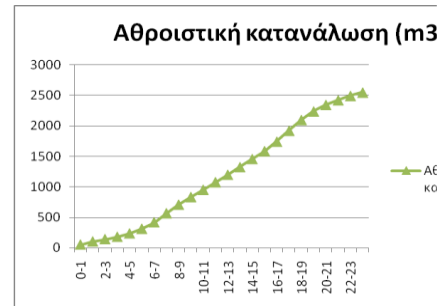
Ημερήσια ρύθμιση ή 48 h, (όχι χρόνια)

# 1. Προσδιορισμός της αθροιστικής κατανάλωσης.

$$Q_d^{\max} = \Pi \cdot q_d^{\max} = 8500^{\kappa} \times 300 \left( \frac{L}{\kappa \cdot \eta \mu} \right)_{\max} = 2550 \frac{m^3}{\eta \mu}$$

Πίνακας 1: Αθροιστική κατανάλωση

Ωρα	Ποσοστό % Ημερήσιας κατανάλωσης	Ωριαία κατανάλωση (m <sup>3</sup> )	Αθροιστική κατανάλωση (m <sup>3</sup> )
0-1	2.00		
1-2	2.00		
2-3	1.50		
3-4	1.50		
4-5	2.20		
5-6	3.00		
6-7	4.20		
7-8	5.80		
8-9	5.50		
9-10	4.90		
10-11	4.70		
11-12	4.90		
12-13	4.80		
13-14	4.90		
14-15	5.20		
15-16	5.10		
16-17	6.10		
17-18	7.00		
18-19	7.00		
19-20	5.50		
20-21	4.20		
21-22	3.00		
22-23	2.80		
23-24	2.20		2550



έλεγχος

**Πίνακας 2: Αθροιστική κατανάλωση και αθροιστική εισροή στη δεξαμενή ρυθμίσεως**

	Ποσοστό %	Ωριαία κατανάλωση (m <sup>3</sup> )	Αθροιστική κατανάλωση (m <sup>3</sup> )	Ωριαία Εισροή (m <sup>3</sup> )	Αθροιστική εισροή (m <sup>3</sup> )	Διαφορά: Αθ. Εις. - Αθ. Κατ. (m <sup>3</sup> )
-1	2,00	51	51	= 2550/18		
-2	2,00	51	102	= 2550/18		
-3	1,50			....		
-4	1,50					
-5	2,20					
-6	3,00					
-7	4,20					
-8	5,80					
-9	5,50					
10	4,90					
-11	4,70					
-12	4,90					
-13	4,80					
-14	4,90					
-15	5,20					
-16	5,10					
-17	6,10					
-18	7,00					
-19	7,00			0	2550,00	
-20	5,50			0	2550,00	
-21	4,20			0	2550,00	
-22	3,00			0	2550,00	
-23	2,80			0	2550,00	
-24	2,20		2550	0	2550,00	0

$$Q_{\text{ρυθμίσεως}} = \left| V_{\text{MAX}_{\text{περίσσειας}}} \right| + \left| V_{\text{MAX}_{\text{ελλείμματος}}} \right|, \quad V^{\text{συν}} = V_{\text{όγκος ρυθμίσεως}} + V^{\pi}$$

**Υπολογισμός απαιτούμενου μανομετρικού και απαιτούμενης ισχύς**

Απαιτούμενο μανομετρικό (συνολική υψομετρική διαφορά + απώλειες)

$$H_M = \Delta z + \sum h_{f, \omega \lambda}$$

Πρακτικοί υπολογισμοί: Ισχύς Αντλίας για νερό:

$$N (KW) = \frac{9.81 \cdot Q \left( \frac{m^3}{s} \right) H (m)}{n}$$

- N η ισχύς της αντλίας (kW),
- Q η παροχή της γεώτρησης (m<sup>3</sup>/s),
- H<sub>μον.</sub> το μανομετρικό ύψος (m),
- n ο βαθμός απόδοσης του αντλητικού συγκροτήματος.

Τελική καταναλισκόμενη ισχύς  
 Η απορροφούμενη ισχύς του αντλητικού συγκροτήματος είναι 15% μεγαλύτερη για ηλεκτροκινητήρες

έλεγχος

**Πίνακας 2: Αθροιστική κατανάλωση και αθροιστική εισροή στη δεξαμενή ρυθμίσεως**

$$\text{ος ρυθμίσεως} = \left| V_{\text{MAX περιπτώσεως}} \right| + \left| V_{\text{MAX ελλείματος}} \right|, \quad V^{\text{συν}} = V_{\text{όγκος ρυθμίσεως}} + V^{\pi}$$

	Ποσοστό %	Ωριαία κατανάλωση (m <sup>3</sup> )	Αθροιστική κατανάλωση (m <sup>3</sup> )	Ωριαία Εισροή (m <sup>3</sup> )	Αθροιστική εισροή (m <sup>3</sup> )	Διαφορά: Αθ. Εισ. - Αθ. Κατ. (m <sup>3</sup> )
-1	2,00	51	51	141,67	141,67	90,67
-2	2,00	51	102	141,67	283,33	181,33
-3	1,50	38,25	140,25	141,67	425,00	284,75
-4	1,50	38,25	178,5	141,67	566,67	388,17
-5	2,20	56,1	234,6	141,67	708,33	473,73
-6	3,00	76,5	311,1	141,67	850,00	538,90
-7	4,20	107,1	418,2	141,67	991,67	573,47
-8	5,80	147,9	566,1	141,67	1133,33	567,23
-9	5,50	140,25	706,35	141,67	1275,00	568,65
10	4,90	124,95	831,3	141,67	1416,67	585,37
-11	4,70	119,85	951,15	141,67	1558,33	607,18
-12	4,90	124,95	1076,1	141,67	1700,00	623,90
-13	4,80	122,4	1198,5	141,67	1841,67	643,17
-14	4,90	124,95	1323,45	141,67	1983,33	659,88
-15	5,20	132,6	1456,05	141,67	2125,00	668,95
-16	5,10	130,05	1586,1	141,67	2266,67	<b>680,57</b>
-17	6,10	155,55	1741,65	141,67	2408,33	666,68
<b>-18</b>	<b>7,00</b>	<b>178,5</b>	<b>1920,15</b>	<b>141,67</b>	<b>2550,00</b>	<b>629,85</b>
-19	7,00	178,5	2098,65	0,00	2550,00	451,35
-20	5,50	140,25	2238,9	0,00	2550,00	311,10
-21	4,20	107,1	2346	0,00	2550,00	204,00
-22	3,00	76,5	2422,5	0,00	2550,00	127,50
-23	2,80	71,4	2493,9	0,00	2550,00	56,10
-24	2,20	56,1	2550	0,00	2550,00	<b>0,00</b>



