

Παράδειγμα

Σε ένα υδρομετρικό σταθμό έχουν πραγματοποιηθεί μετρήσεις στάθμης και παροχής ποταμού, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα, για μια χρονική περίοδο κατά την οποία γεωμετρία και τα χαρακτηριστικά της διατομής θεωρείται ότι παρέμειναν σταθερά,

Ημερομηνία	Στάθμη [m]	Παροχή [m ³ /s]	Ημερομηνία	Στάθμη [m]	Παροχή [m ³ /s]
20/03/2002	1.67	60.5	04/03/2003	1.53	50.2
29/04/2002	1.43	35.0	10/03/2003	1.12	23.7
27/05/2002	0.44	10.0	28/04/2003	1.30	16.0
23/06/2002	0.53	6.0	17/05/2003	0.85	18.0
20/07/2002	0.66	8.2	18/06/2003	0.45	5.4
25/08/2002	0.30	1.4	20/7/2003	0.62	7.7
20/09/2002	1.60	34.0	21/8/2003	0.37	2.0
15/10/2002	2.05	84.0	22/9/2003	1.59	43.0
13/11/2002	1.23	24.1	24/10/2003	1.77	54.7
29/11/2002	1.56	52.0	25/11/2003	2.51	103.0
23/12/2002	0.77	10.7	27/12/2003	2.40	125.0
12/01/2003	2.95	189.0	4/1/2004	3.21	162.0
30/01/2003	2.46	100.0	7/1/2004	2.85	142.0
27/02/2003	2.47	92.0	1/4/2004	2.30	65.0

Παράδειγμα

- Ερώτημα 1^ο:** Με βάση το δείγμα υδρομετρήσεων, να καταρτιστεί η καμπύλη στάθμης-παροχής του ποταμού για την υπόψη περίοδο.
- Ερώτημα 2^ο:** Να προσδιορισθεί το τυπικό σφάλμα της εκτίμησης της ευθείας παλινδρόμησης (καμπύλη στάθμης-παροχής) και να σχεδιασθούν οι γραμμές διαστήματος εμπιστοσύνης 95%.
- Ερώτημα 3^ο:** Χρησιμοποιώντας την καμπύλη στάθμης-παροχής και τις ημερήσιες στάθμες από σταθμηγράφο που δίνονται στον Πίνακα, να εκτιμηθεί η χρονοσειρά των ημερήσιων παροχών για τη συγκεκριμένη περίοδο.
- Ερώτημα 4^ο:** Να υπολογιστεί ο μέσος συντελεστής τραχύτητας κατά Manning, με βάση τις καταγραφές του υδρολογικού έτους 2003-2004. Να θεωρηθεί ότι η διατομή είναι ορθογωνική, με πλάτος 16 m και μέγιστο ύψος 6 m, καθώς και ότι η κλίση του υδατορεύματος ανάντη του υδρομετρικού σταθμού είναι σταθερή και ίση με 0.0035.
- Ερώτημα 5^ο:** Αν κατά το πλημμυρικό γεγονός διαθέτατε μόνο το ίχνος της πλημμύρας και χρησιμοποιώντας την απλοποιημένη μέθοδο slope-area που αναπτύχθηκε από τον Riggs (1976) να εκτιμήσετε χονδρικά την πλημμυρική παροχή. Να κάνετε ανάλυση ευαισθησίας της πλημμυρικής αιχμής ως προς την κλίση κατά μήκος της ροής και να σχολιάσετε τα αποτελέσματα.
- Ερώτημα 6^ο:** Να γίνει η επέκταση της καμπύλης στάθμης-παροχής μέχρι την πλημμυρική παροχή που καταγράφηκε κατά το υδρολογικό έτος 2003-2004 με μέγιστο ύψος ροής τα 4,8m. Να θεωρηθεί ότι η μορφολογία του ορθογωνικού καναλιού παρέμεινε αμετάβλητη. Σχολιάστε την διακύμανση της εκτίμησης της πλημμυρικής αιχμής με τις διάφορες μεθόδους.

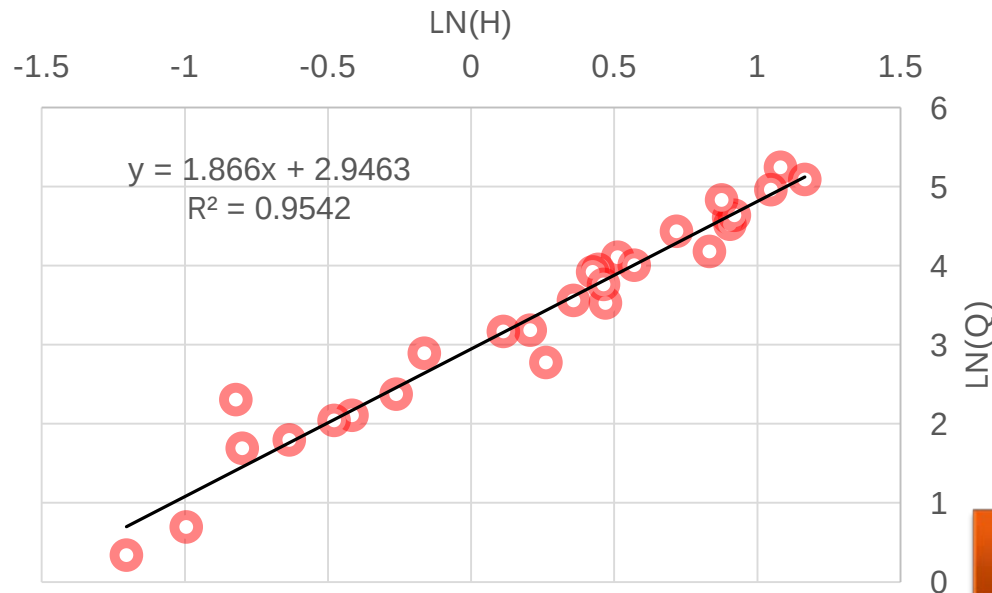
A/A	Ημερομηνία	Στάθμη (m)
1	27/12/2003	2,61
2	28/12/2003	2,64
3	29/12/2003	2,69
4	30/12/2003	2,81
5	31/12/2003	2,93
6	01/01/2004	4,80
7	02/01/2004	2,95
8	03/01/2004	2,89
9	04/01/2004	2,87
10	05/01/2004	2,86
11	06/01/2004	2,84
12	07/01/2004	2,83

Παράδειγμα

- Ερώτημα 1^ο: Με βάση το δείγμα υδρομετρήσεων, να καταρτιστεί η καμπύλη στάθμης-παροχής του ποταμού για την υπόψη περίοδο.

1 ^ο Βήμα: Λογαρίθμηση στάθμης - παροχής		
	ln(H)	ln(Q)
20/03/2002	0.512824	4.102643
29/04/2002	0.357674	3.555348
27/05/2002	-0.82098	2.302585
23/06/2002	-0.63488	1.791759
20/07/2002	-0.41552	2.104134
25/08/2002	-1.20397	0.336472
20/09/2002	0.470004	3.526361
15/10/2002	0.71784	4.430817
13/11/2002	0.207014	3.182212
29/11/2002	0.444686	3.951244
23/12/2002	-0.26136	2.370244
1/12/2003	1.081805	5.241747
30/01/2003	0.900161	4.60517
27/02/2003	0.904218	4.521789
3/4/2003	0.425268	3.916015
3/10/2003	0.113329	3.165475
28/04/2003	0.262364	2.772589
17/05/2003	-0.16252	2.890372
18/06/2003	-0.79851	1.686399
20/7/2003	-0.47804	2.04122
21/8/2003	-0.99425	0.693147
22/9/2003	0.463734	3.7612
24/10/2003	0.57098	4.001864
25/11/2003	0.920283	4.634729
27/12/2003	0.875469	4.828314
4/1/2004	1.166271	5.087596
1/7/2004	1.047319	4.955827
4/1/2004	0.832909	4.174387

Βήμα 2^ο: Εύρεση κλίσης και σταθερού όρου ευθείας



$$Q = cH^n$$

$$c = e^{2,946}$$

$$n = 1,866$$

$$Q = 19,034 * H^{1,866}$$

Κλίση ευθείας ελαχίστων τετραγώνων: 1,866

Σταθερός όρος ευθείας ελαχίστων τετραγώνων: 2,946

Παράδειγμα

- Ερώτημα 2ο:** Να προσδιορισθεί το τυπικό σφάλμα της εκτίμησης της ευθείας παλινδρόμησης (καμπύλη στάθμης-παροχής) και να σχεδιασθούν οι γραμμές διαστήματος εμπιστοσύνης 95%.

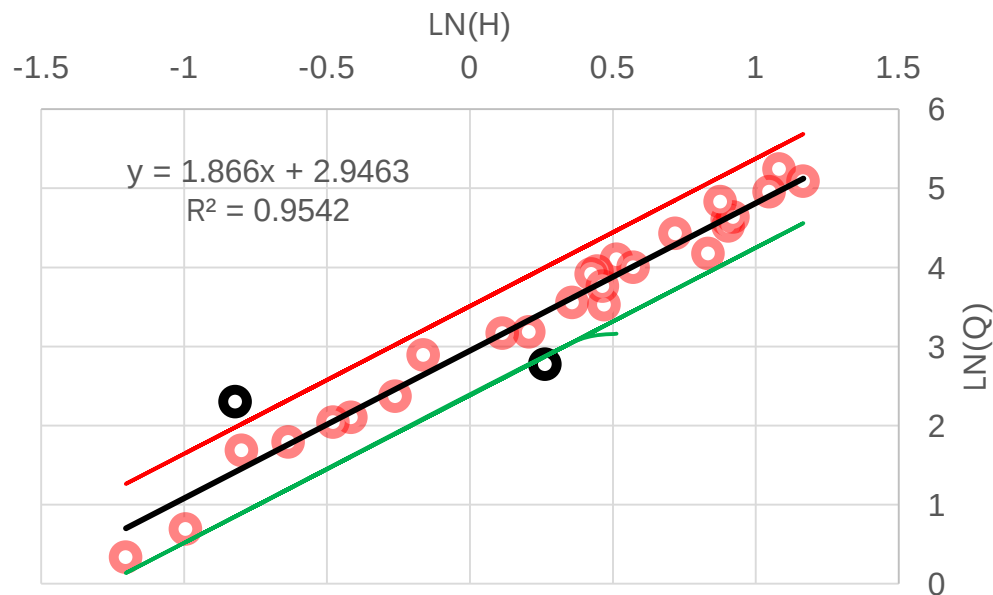
Ημερομηνία	Qμετρημένη Q	Qεκτίμησης Qc
20/03/2002	60.5	49.56
29/04/2002	35.0	37.10
27/05/2002	10.0	4.11
23/06/2002	6.0	5.82
20/07/2002	8.2	8.77
25/08/2002	1.4	2.01
20/09/2002	34.0	45.75
15/10/2002	84.0	72.65
13/11/2002	24.1	28.01
29/11/2002	52.0	43.64
23/12/2002	10.7	11.69
1/12/2003	189.0	143.29
30/01/2003	100.0	102.10
27/02/2003	92.0	102.87
3/4/2003	50.2	42.09
3/10/2003	23.7	23.52
28/04/2003	16.0	31.06
17/05/2003	18.0	14.06
18/06/2003	5.4	4.29
20/7/2003	7.7	7.80
21/8/2003	2.0	2.98
22/9/2003	43.0	45.22
24/10/2003	54.7	55.24
25/11/2003	103.0	106.00
27/12/2003	125.0	97.50
4/1/2004	162.0	167.75
1/7/2004	142.0	134.36
4/1/2004	65.0	90.06

$$Q = 19,034 * H^{1,866}$$

τυπικό σφάλμα της εκτίμησης

$$s_e = \sqrt{\frac{\sum (\ln Q - \ln Q_c)^2}{n - 2}}$$

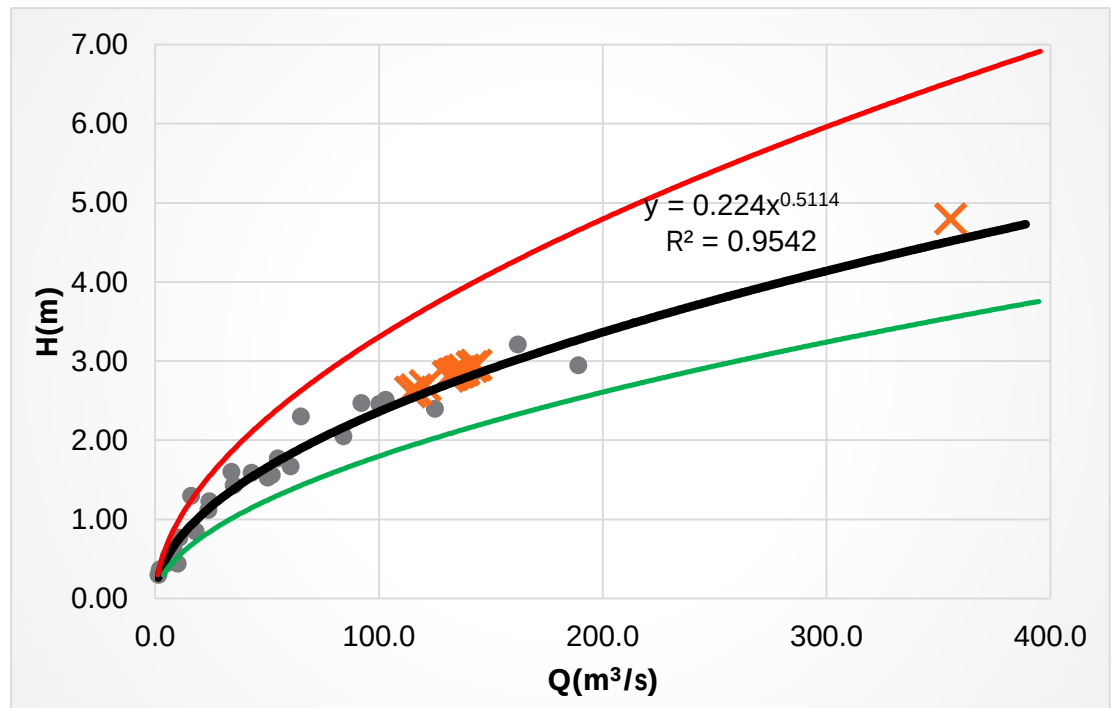
Δ.Ε. 95% πρακτικά
±1.96*Se από την
ευθεία
παλινδρόμησης



Παράδειγμα

- Ερώτημα 3ο:** Χρησιμοποιώντας την καμπύλη στάθμης-παροχής και τις ημερήσιες στάθμες από σταθμηγράφο που δίνονται στον Πίνακα, να εκτιμηθεί η χρονοσειρά των ημερήσιων παροχών για τη συγκεκριμένη περίοδο.

Α/Α	Ημερομηνία	Στάθμη (m)
1	27/12/2003	2,61
2	28/12/2003	2,64
3	29/12/2003	2,69
4	30/12/2003	2,81
5	31/12/2003	2,93
6	01/01/2004	4,80
7	02/01/2004	2,95
8	03/01/2004	2,89
9	04/01/2004	2,87
10	05/01/2004	2,86
11	06/01/2004	2,84
12	07/01/2004	2,83



$$Q = 19,034 * H^{1,866}$$

Παράδειγμα

- Ερώτημα 4^ο:** Να υπολογιστεί ο μέσος συντελεστής τραχύτητας κατά Manning, με βάση τις καταγραφές του υδρολογικού έτους 2003-2004. Να θεωρηθεί ότι η διατομή είναι ορθογωνική, με πλάτος 16 m και μέγιστο ύψος 6 m, καθώς και ότι η κλίση του υδατορεύματος ανάντη του υδρομετρικού σταθμού είναι σταθερή και ίση με 0.0035.

Υδρολογικό έτος
1/9/2003 - 31/8/2004

	22/9/2003	24/10/2003	25/11/2003	27/12/2003	04/01/2004	01/07/2004	04/01/2004
Στάθμη	1,59	1,77	2,51	2,65	3,21	2,85	2,3
Παροχή	43,0	54,7	110,0	125,0	162,0	142,0	70
Πλάτος	16	16	16	16	16	16	16
Κλίση	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035

$$n = \frac{1}{Q} AS^{0,5} R^{2/3}$$

Επιφάνεια A	25.44	28.32	40.16	42.4	51.36	45.6	36.8	Μέσο n
Βρεχ. Περίμετρος P	19.18	19.54	21.02	21.3	22.42	21.7	20.6	
R=A/P	1.33	1.45	1.91	1.99	2.29	2.10	1.79	
Συντ Τραχύτητας *Manning	0.0423	0.0392	0.0355	0.0274	0.0326	0.0312	0.0493	0.0368

Παράδειγμα

- **Ερώτημα 5ο:** Αν κατά το πλημμυρικό γεγονός διαθέτατε μόνο το ίχνος της πλημμύρας και χρησιμοποιώντας την απλοποιημένη μέθοδο slope-area που αναπτύχθηκε από τον Riggs (1976) να εκτιμήσετε χονδρικά την πλημμυρική παροχή. Να κάνετε ανάλυση ευαισθησίας της πλημμυρικής αιχμής ως προς την κλίση κατά μήκος της ροής και να σχολιάσετε τα αποτελέσματα.

$$\log Q = 0,366 + 1,33 \log A + 0,05 \log S - 0,056 (\log S)^2$$

A=	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8
S=	0.001	0.002	0.003	0.0035	0.004	0.005	0.006
logQ=	2.220	2.331	2.391	2.413	2.432	2.462	2.486
Q=	165.8	214.1	246.0	258.8	270.2	289.7	306.2

Παράδειγμα

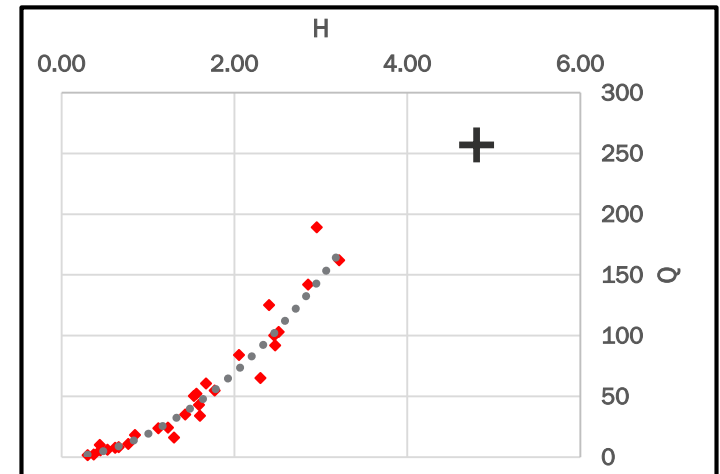
- Ερώτημα 6ο: Να γίνει η επέκταση της καμπύλης στάθμης-παροχής μέχρι την πλημμυρική παροχή που καταγράφηκε κατά το υδρολογικό έτος 2003-2004 με μέγιστο ύψος ροής τα **4,8m**. Να θεωρηθεί ότι η μορφολογία του ορθογωνικού καναλιού παρέμεινε αμετάβλητη. Σχολιάστε την διακύμανση της εκτίμησης της πλημμυρικής αιχμής με τις διάφορες μεθόδους.

Για ύψος ροής **4,8m**

Μέγιστη Επιφάνεια A	76.8
Βρεχ. Περίμετρος P	25.6
R=A/P	3.00

$$\text{Έλεγχος} = \frac{Q_{(4,8)} - Q_{(max, καταγεγραμμενη)}}{Q_{(max, καταγεγραμμενη)}}$$

Μέθοδος	Q _{max}	Έλεγχος
Πρόχειρη εκτίμηση από καμπύλη στάθμης-παροχής	355.4	88%
Πρόχειρη εκτίμηση από εξίσωση *Manning έχουμε	257.0	36%



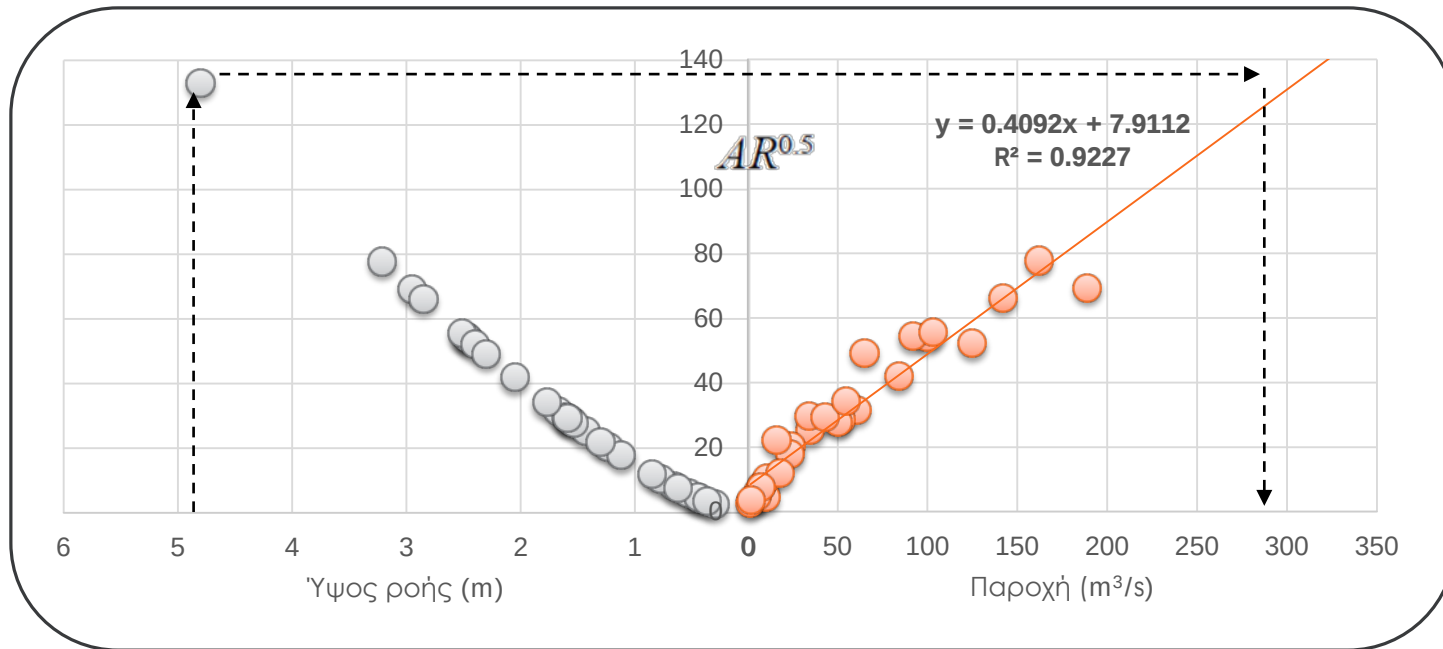
> 20%

Οπότε πάμε στην μέθοδο Stevens' και όχι στην επέκταση της Log(H)-Log(Q)

Παράδειγμα

Ημερομηνία	H	Q	Επιφάνεια A	Βρεχ, Περίμετρος P	R=A/P	AR ^{0,5}
20/03/2002	1.67	60.50	26.72	19.34	1.38	31.41
29/04/2002	1.43	35.00	22.88	18.86	1.21	25.20
27/05/2002	0.44	10.00	7.04	16.88	0.42	4.55
23/06/2002	0.53	6.00	8.48	17.06	0.50	5.98
20/07/2002	0.66	8.20	10.56	17.32	0.61	8.25
25/08/2002	0.30	1.40	4.80	16.60	0.29	2.58
20/09/2002	1.60	34.00	25.60	19.20	1.33	29.56
15/10/2002	2.05	84.00	32.80	20.10	1.63	41.90
13/11/2002	1.23	24.10	19.68	18.46	1.07	20.32
29/11/2002	1.56	52.00	24.96	19.12	1.31	28.52
23/12/2002	0.77	10.70	12.32	17.54	0.70	10.33
01/12/2003	2.95	189.00	47.20	21.90	2.16	69.29
30/01/2003	2.46	100.00	39.36	20.92	1.88	53.99
27/02/2003	2.47	92.00	39.52	20.94	1.89	54.29
03/04/2003	1.53	50.20	24.48	19.06	1.28	27.74
03/10/2003	1.12	23.70	17.92	18.24	0.98	17.76
28/04/2003	1.30	16.00	20.80	18.60	1.12	22.00
17/05/2003	0.85	18.00	13.60	17.70	0.77	11.92
18/06/2003	0.45	5.40	7.20	16.90	0.43	4.70
20/7/2003	0.62	7.70	9.92	17.24	0.58	7.52
21/8/2003	0.37	2.00	5.92	16.74	0.35	3.52
22/9/2003	1.59	43.00	25.44	19.18	1.33	29.30
24/10/2003	1.77	54.70	28.32	19.54	1.45	34.09
25/11/2003	2.51	103.00	40.16	21.02	1.91	55.51
27/12/2003	2.40	125.00	38.40	20.80	1.85	52.18
01/01/2004	3.21	162.00	51.36	22.42	2.29	77.74
01/07/2004	2.85	142.00	45.60	21.70	2.10	66.10
04/01/2004	2.30	65.00	36.80	20.60	1.79	49.19
Πλημμύρα	4,8		76,80	25,60	3,00	133,02

Παράδειγμα



Κλίση ευθείας ελαχίστων τετραγώνων:	0.409231
Σταθερός όρος ευθείας ελαχίστων τετραγώνων:	7,911177

Πλημμυρική Αιχμή: **305,7m³/s**