

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ-ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ  
ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΙΣΡΟΗΣ  
ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΕΣΠΟΙΝΑ Ι. ΜΠΩΚΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:  
ΔΗΜ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ  
ΕΠΙΣΤ. ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ Ε.Μ.Π

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 1990



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θάθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Δημήτρη Κουτσογιάννη, επιστημονικό συνεργάτη Ε.Μ.Π, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου αυτή την εργασία και την πολύτιμη βοήθεια που μου έδωσε με τις ανεκτίμητες γνώσεις του, την καθοδήγησή του και την παρακολούθησή του σε κάθε βήμα αυτής της εργασίας.

Ευχαριστώ επίσης τον κ. Γιάννη Ναλμπάντη για την βοήθεια που μου πρόσφερε με τις γνώσεις του και τις παρατηρήσεις του, καθώς και τους κ.κ. Νίκο Μαμάση, και Κώστα Τσολακίδη για την συνεργασία τους και την ηθική βοήθειά τους.

Ευχαριστίες πολλές στη Νάντια Γαρίνη και Μαριάνθη Γρηγορίου για την βοήθειά τους στη δακτυλογράφηση αυτής της εργασίας.

# ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΙΣΡΟΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	<u>Σελίδα</u>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	1
<b>1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ</b>	3
1.1 Εισαγωγή	3
1.2 Ορισμός μεγεθών	3
1.3 Μέθοδοι προσδιορισμού χωρητικότητας ταμειυτήρα	6
1.3.1 Σειριακή ανάλυση	6
1.3.1.1 Γενικά	6
1.3.1.2 Αριθμητική διαδικασία	6
1.3.1.3 Γραφική διαδικασία	9
1.3.2 Πιθανολογική προσέγγιση	11
1.3.2.1 Γενικά	11
1.3.2.2 Αυστηρές μέθοδοι	11
1.4 Σχέση χωρητικότητας - απόληψης - αξιοπιστίας	12
1.5 Ταμειυτήρες πολλαπλής σκοπιμότητας	13
1.6 Συστήματα ταμειυτήρων	14
1.7 Επίδραση της ιζηματοπόθεσης	15
1.8 Επιπτώσεις της κατασκευής ταμειυτήρων	15
1.8.1 Επιπτώσεις στο υδραυλικό και υδρολογικό καθεστώς	15
1.8.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	15
1.9 Αντικείμενο εργασίας	16
<b>2. <u>ΠΕΡΙΘΩΡΙΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ</u></b>	18
2.1 Εισαγωγή	18
2.2 Κανονική κατανομή ( G A U S S )	18
2.3 Λογαριθμοκανονική κατανομή ( L O G - N O R M A L )	21
2.4 Γάμα κατανομή ( G A M M A )	22

	<u>Σελίδα</u>
<b>3. <u>ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΙΣΡΟΗΣ</u></b>	<b>25</b>
3.1 Εισαγωγή	25
3.2 Μοντέλα εισροής A R (1)	27
3.3 Μοντέλα εισροής A R M A (1,1)	28
3.4 Μοντέλα εισροής FGN και FFGN	30
3.5 Μοντέλα ανεξάρτητων εισροών	32
<b>4. <u>ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΠΡΟΣΟΜΕΙΩΣΗΣ</u></b>	<b>33</b>
4.1 Γεννήτριες τυχαίων αριθμών για ανεξάρτητες χρονοσειρές	33
4.2 Γεννήτριες προσομοίωσης εξαρτημένων χρονοσειρών	37
4.3 Εξισώσεις λειτουργίας ταμιευτήρα	40
<b>5. <u>ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟ- ΓΗΣΗΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ</u></b>	<b>43</b>
<b>6. <u>ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΕΙΣΡΟΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥΣ</u></b>	<b>50</b>
6.1 Μοντέλο AR(1)	50
6.2 Σύγκριση των τριών μοντέλων εισροής	55
6.3 Σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα διαγράμματα των : Pegram και Pleschkow	58
<b>7. <u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</u></b>	<b>62</b>

#### **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ : ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ - ΠΙΝΑΚΕΣ**

#### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή διερευνήθηκε η αξιοπιστία ενός μεμονωμένου ταμιευτήρα μιάς σκοπιμότητας, με υπερετήσια ρύθμιση και με καθορισμένη απόληψη, και καταρτίστηκαν διαγράμματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άμεση διαστασιολόγηση ενός τέτοιου ταμιευτήρα. Ο ταμιευτήρας στη μελέτη αυτή θεωρείται ότι είναι πραγματικός (όχι ιδεατός) με πεπερασμένες διαστάσεις. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε, είναι η μέθοδος της προσομοίωσης της λειτουργίας του ταμιευτήρα, με πρώτο βήμα την προσομοίωση των υδρολογικών μεταβλητών. Τα εναλλακτικά μοντέλα εισροής που χρησιμοποιήθηκαν είναι :

- (α) το μοντέλο αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης, AR(1)
- (β) το μοντέλο αυτοσυσχέτισης ARMA(1,1)
- (γ) το μοντέλο Γκαουσιανού κλασματικού θορύβου, (FFGN)

Πρέπει να σημειωθεί, ότι η διακύμανση της εισροής και της απόληξης κατά τη διάρκεια του έτους, αγνοούνται και μελετάται μόνο η υπερετήσια ρύθμιση. Επίσης, στην διαστασιολόγηση, δεν λαμβάνεται υπόψη και ο νεκρός όγκος του ταμιευτήρα.

Στην εργασία αυτή έγινε και μια συστηματική διερεύνηση των στατιστικών χαρακτηριστικών των κατανομών των ετήσιων εισροών, με σκοπό την διερεύνηση της επίδρασής τους στην αξιοπιστία ενός μεμονωμένου ταμιευτήρα. Τα αποτελέσματα αυτής της διερεύνησης, παρουσιάζονται υπο μορφή καμπυλών : χωρητικότητας - ζήτησης - αξιοπιστίας, από τα οποία μπορεί να γίνει άμεση διαστασιολόγηση του ταμιευτήρα.

Στη συνέχεια έγινε μια σύγκριση των παραπάνω αποτελεσμάτων μεταξύ τριών περιθωρίων συναρτήσεων κατανομής : της κανονικής, της λογαριθμοκανονικής και της γάμα. Τα αποτελέσματα αυτών των συγκρίσεων παρουσιάζονται και εδώ υπο μορφή καμπυλών χωρητικότητας - ζήτησης - αξιοπιστίας. Σε κάθε ένα από αυτά τα διαγράμματα, παρουσιάζονται ή και οι τρεις κατανομές μαζί, ή δύο απ'αυτές μαζί και γίνεται μια άμεση σύγκριση των αποτελεσμάτων τους, σε ότι αφορά την αξιοπιστία του ταμιευτήρα.

Η διαστασιολόγηση και η αξιοπιστία του μεμονωμένου ταμιευτήρα, διερευνήθηκε και με τη χρήση των τριών εναλλακτικών μοντέλων που αναφέρθηκαν παραπάνω, {AR(1), ARMA(1,1) και FFGN}. Ακόμη, έγινε σύγκριση της επίδρασης των

χαρακτηριστικών των μοντέλων εισροής, στην αξιοπιστία του ταμειυτήρα, της οποίας τα αποτελέσματα παρουσιάζονται, υπο μορφή καμπυλών : χωρητικότητας - ζήτησης - αξιοπιστίας.

Τέλος, παρουσιάζεται μια σύγκριση των αποτελεσμάτων αυτής της εργασίας με τα αποτελέσματα δύο προηγούμενων εργασιών, των Pleschkow και Pegram. Τα συγκριτικά αποτελέσματα, των κατανομών που χρησιμοποιήθηκαν σ'αυτή την εργασία και εκείνα των Pegram και Pleschkow, παρουσιάζονται σε διαγράμματα υπο μορφή καμπυλών : χωρητικότητας - ζήτησης - αξιοπιστίας.

Συμπέρασμα αυτών των διερευνήσεων, είναι ότι και οι τρεις τύποι των περιθωρίων συναρτήσεων κατανομών που χρησιμοποιήθηκαν δίνουν αποτελέσματα χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, γεγονός το οποίο μας επιτρέπει να πούμε πως δεν παίζει σημαντικό ρόλο το είδος της περιθώριας συνάρτησης κατανομής που θα χρησιμοποιήσουμε.

Η κατανομή που μπορούμε να πούμε πως διαφοροποιείται λίγο απο τις άλλες δύο είναι η λογαριθμοκανονική, (Log-Normal), η οποία έχει το μεγαλύτερο συντελεστή ασυμμετρίας, σε σχέση με τις άλλες δύο. Η διαφοροποίησή της εμφανίζεται για κάποιες συγκεκριμένες τιμές της απόληψης και της αξιοπιστίας του ταμειυτήρα, που διερευνήθηκαν. Μεγαλύτερη είναι η επίδραση του τύπου του μοντέλου εισροών που χρησιμοποιείται, καθώς και της σειριακής συσχέτισης της χρονοσειράς των εισροών, και ιδιαίτερα του συντελεστή αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης.

# 1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

## 1.1 Εισαγωγή

Εξετάζοντας τη ροή σ' ένα ποτάμι, παρατηρούμε ότι όταν υπάρχουν χαμηλές ροές δεν είναι δυνατόν να καλυφθούν όλες οι απαιτήσεις για την διάθεση του νερού. Τα προβλήματα, στη διαχείριση του νερού, που προκαλούνται από τις χαμηλές ροές μπορούν ν' αντιμετωπισθούν με την παρεμβολή ενός ταμιευτήρα, η χωρητικότητα του οποίου θα εξαρτάται από το βαθμό ρύθμισης και την αξιοπιστία του ταμιευτήρα που επιθυμούμε. Η αντιμετώπιση του προβλήματος του σχεδιασμού και της λειτουργίας ενός συστήματος ταμιευτήρων (reservoir system), ή, στην απλή περίπτωση, ενός μεμονωμένου ταμιευτήρα μιας σκοπιμότητας, είναι ένα πολύπλοκο πρόβλημα που χαρακτηρίζεται από σύνθετες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μεταβλητών που το περιγράφουν.

## 1.2 Ορισμός Μεγεθών

Πριν προχωρήσουμε στην περιγραφή της επίλυσης του προβλήματος του προσδιορισμού της χωρητικότητας ταμιευτήρα, θα αναφέρουμε τις κυριότερες μεταβλητές που το περιγράφουν. Οι μεταβλητές αυτές μπορούν να ομαδοποιηθούν ως εξής:

### (α) Υδρολογικές Μεταβλητές

- (α1) εισροή,  $I_i$  (inflow)
- (α2) κατακρημνίσματα,  $P_i$  (precipitation)
- (α3) εξάτμιση,  $E_i$  (evaporation)
- (α4) υπόγεια διαφυγή,  $L_i$  (Leekage)
- (α5) καθαρή εισροή,  $N_i$  ( $= I_i + P_i - E_i - L_i$ ) (net inflow)

### (β) Ζήτηση ή επιθυμητή απόληψη $D_i$ (demand, desired draft)

### (γ) Χαρακτηριστικά συστήματος

- (γ1) Χωρητικότητα ταμιευτήρα,  $K_i$  (storage capacity)
- (γ2) Παροχτευτικότητα κάθε αγωγού,  $C_i$  (discharge capacity)



(δ) Λειτουργικές μεταβλητές

- (δ1) αποθήκευση (ή απόθεμα),  $S_i$  (storage)
- (δ2) στάθμη,  $Z_i$  (water level)
- (δ3) επιφάνεια ταμιευτήρα,  $A_i$  (reservoir area)
- (δ4) απόληψη,  $R_i$  (draft, release)
- (δ5) έλλειμμα,  $DF_i$  (deficit), είναι η διαφορά της ζήτησης μείον την απόληψη.
- (δ6) υπερχείλιση,  $SP_i$  (spill), που πραγματοποιείται μόνο όταν ο ταμιευτήρας είναι πλήρης και ταυτόχρονα η εισροή είναι μεγαλύτερη από τη ζήτηση.

(ε) Μεταβλητές αξιοπιστίας συστήματος

- (ε1) αξιοπιστία  $\alpha$ , (reliability).
- (ε2) πιθανότητα αστοχίας  $p = 1 - \alpha$  (probability of failure).
- (ε3) χρόνος επαναφοράς εκκένωσης  $T = 1/(1 - \alpha)$  (recurrence time of emptiness), χρησιμοποιείται συνήθως σε μεμονωμένους ταμιευτήρες.

Στην περίπτωση ενός μεμονωμένου ταμιευτήρα, ο δείκτης  $i$  είναι ίσος με τη μονάδα, και η σχέση που συνδέει την χωρητικότητα ταμιευτήρα,  $K$ , την επιθυμητή απόληψη,  $D$ , και την αξιοπιστία,  $\alpha$ , λέγεται εξίσωση χωρητικότητας. Κατά το σχεδιασμό ταμιευτήρα, κάθε δύο απ'αυτές τις μεταβλητές μπορούν να παίρνονται σαν ανεξάρτητες και με συγκεκριμένες ειδικές τιμές, ανάλογα με το σκοπό του ταμιευτήρα.

Η τιμή, τότε, της τρίτης μεταβλητής υπολογίζεται απ'την εξίσωση χωρητικότητας, η οποία πρέπει να καταστρωθεί και να λυθεί για την συγκεκριμένη κατάσταση εισροής στον ταμιευτήρα. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για την αντιμετώπιση του προβλήματος της εξίσωσης χωρητικότητας, οι οποίες εξαρτώνται από το καθεστώς της εισροής, τη χρήση ιστορικών ή συνθετικών σειρών εισροής, τις πιθανολογικές ιδιότητες της εισροής, το καθεστώς απόληψης κ.τ.λ.

Η πιο συνηθισμένη δουλειά με την κατασκευή του ταμιευτήρα, είναι να βρούμε τη χωρητικότητα,  $K$ , του ταμιευτήρα για μια δεδομένη τιμή της αξιοπιστίας,  $\alpha$ , και του βαθμού ρύθμισης,  $D/\mu$ . Δηλαδή να λυθεί η εξίσωση χωρητικότητας της μορφής:

$$K = f(D, \alpha) \quad (1.1)$$

όπου  $K$  σε  $m^3$ ,  $D$  σε  $m^3/sec$  (ή  $m^3$  ανα μήνα, ανα ημέρα κ.τ.λ.) και,  $\alpha$  η αξιοπιστία, η οποία εκφράζεται με έναν από τους ακόλουθους τρόπους

$$\alpha_1 = n' / n$$

$$\alpha_2 = t' / t$$

$$\alpha_3 = R / D$$

όπου  $n'$  : αριθμός των ετών στα οποία ικανοποιείται η ζήτηση

$n$  : συνολικός αριθμός ετών

$t'$  : χρονική περίοδος στην οποία ικανοποιείται η ζήτηση

$t$  : συνολική χρονική περίοδος

$R$  : μέση απόληψη

$D$  : ζήτηση

Προφανώς ισχύει  $\alpha_1 \leq \alpha_2 \leq \alpha_3$  δεδομένου ότι η μη ικανοποίηση της ζήτησης σε ένα έτος, δε σημαίνει ότι εκτείνεται σε όλη τη διάρκεια του έτους, και ακόμα κατά την περίοδο που δεν ικανοποιείται η ζήτηση η απόληψη δεν είναι μηδενική αλλά  $0 \leq R \leq D$ .

Η πιο απλή περίπτωση είναι, όταν η αξιοπιστία, για την περίοδο σχεδιασμού, θεωρείται 100%, π.χ εαν δεν επιτρέπονται αστοχίες κατά τον εφοδιασμό με νερό. Αν και τέτοια περίπτωση δεν συμβαίνει ποτέ στην πράξη, εξ' αιτίας της απλοτητάς της, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε προκαταρκτικούς υπολογισμούς.

Στην περίπτωση του μεμονωμένου ταμιευτήρα που μελετήθηκε εδώ, η αξιοπιστία  $\alpha_1$  και  $\alpha_2$  συμπίπτουν, ενώ η  $\alpha_3$  δεν υπάρχει.

Η γενικότερη περίπτωση, όπου η αξιοπιστία είναι μικρότερη από 100%, στην περίοδο σχεδιασμού, δεν αντιμετωπίζεται κατ'ευθείαν από την εξίσωση (1.1), αλλά με μια επιτυχημένη προσέγγιση χρησιμοποιούμε την εξίσωση χωρητικότητας με τη μορφή:

$$\alpha = f(D,K) \tag{1.2}$$

η οποία μπορεί να λυθεί πάντα. Η λύση γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε κρατώντας σταθερή μια από τις ανεξάρτητες μεταβλητές (π.χ. την χωρητικότητα  $K$ ), η άλλη προσαρμόζεται έτσι ώστε να αποκτήσουμε την επιθυμητή τιμή της αξιοπιστίας  $\alpha$ .

Πολλές φορές δεν είναι η τιμή της αξιοπιστίας  $\alpha$ , που ενδιαφέρει περισσότερο κατά τη λειτουργία του ταμιευτήρα, αλλά μπορεί να είναι το μέγιστο προσδοκώμενο οικονομικό κέρδος, το ελάχιστο προσδοκώμενο κόστος κ.τ.λ.

### **1.3 Μέθοδοι προσδιορισμού χωρητικότητας ταμιευτήρα**

#### **1.3.1 Σειριακή ανάλυση**

##### **1.3.1.1 Γενικά**

Οι χρονοσειρές που χρησιμοποιούνται κατά τον προσδιορισμό της χωρητικότητας ταμιευτήρα, είναι:

- α) ιστορικές χρονοσειρές εισροών που καταγράφονται σ'ένα ποτάμι
- β) ιστορική χρονοσειρά η οποία εκτείνεται συνθετικά βάσει στοιχείων άλλης θέσης ποταμού, ή βάσει βροχομετρικών στοιχείων. Τις περισσότερες φορές οι υπολογισμοί βασίζονται στις μηνιαίες χρονοσειρές, στις 10ήμερες χρονοσειρές ή στις ημερήσιες χρονοσειρές
- γ) συνθετικές χρονοσειρές, οι οποίες παράγονται από τις ιστορικές με διατήρηση όμως ορισμένων βασικών χαρακτηριστικών της στοχαστικής δομής των μεταβλητών.

##### **1.3.1.2 Αριθμητική διαδικασία**

Η αριθμητική διαδικασία οργανώνεται καλύτερα, με πινακοποίηση, όπως φαίνεται στον πίνακα 1.1. Ο υπολογισμός μπορεί να διεξαχθεί, είτε με την θεώρηση ότι κάποιο αρχικό απόθεμα ισούται με κάποια οριακή τιμή δηλαδή, με άδειο ή γεμάτο ταμιευτήρα, είτε με την θεώρηση μιας στάσιμης κατάστασης όπου το αρχικό απόθεμα ισούται με το τελικό, στο τέλος της περιόδου σχεδιασμού. Σ'αυτή τη περίπτωση, οι

υπολογισμοί γίνονται παίρνοντας πρώτα μια αυθαίρετη αρχική τιμή για το απόθεμα και στη συνέχεια γίνονται δοκιμές θέτοντας το αρχικό απόθεμα ίσο με το τελικό που πήραμε από τη πρώτη δοκιμή.

Στο πίνακα 1.1<sup>1</sup> παρουσιάζεται ένα τμήμα των υπολογισμών, όταν η χωρητικότητα ταμιευτήρα  $K = 300 \times 10^3 \text{ m}^3$  προκύπτει ως η διαφορά της ελάχιστης τιμής  $S_{\min} = 2.0 \times 10^6 \text{ m}^3$  και της μέγιστης τιμής  $S_{\max} = 2.3 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Ετσι, οποτεδήποτε η τιμή της απόληψης είναι τέτοια ώστε η χωρητικότητα του ταμιευτήρα να πέφτει κάτω από την τιμή  $2.0 \times 10^6 \text{ m}^3$ , η εκροή πρέπει να ελαττωθεί σε τέτοιο βαθμό

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

ΠΙΝ 11

έτος μήνας	κατακρημνίσματα P		εξάτμιση E		εκροή I	επιβημιτή απόληψη D		εκροή R	Διαφορά αποθέματος ΔS	Απόθεμα στο τέλος του μήνα S	Επιφάνεια ταμιευτήρα	Υπερχείλιση	Ελλείμματα νερού
	mm	$10^3 \text{ m}^3$	mm	$10^3 \text{ m}^3$		$10^3 \text{ m}^3$	$10^3 \text{ m}^3$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1954													
Σεπτ.	40	22	90	50	20	150	150	-158	2254	0.56	0	0	
Οκτ.	50	27	70	38	20	80	80	-71	2096	0.54	0	0	
Νοεμ.	40	21	50	26	20	50	40	-25	2000	0.52	0	10	
Δεκ.	50	26	30	16	30	30	30	+10	2010	0.52	0	0	
1955													
Ιαν.	40	21	30	16	20	20	20	+5	2015	0.53	0	0	
Φεβρ.	60	32	40	21	30	20	20	+21	2036	0.53	0	0	
Μαρ.	80	42	50	26	50	20	20	+46	2082	0.54	0	0	
Απρ.	90	49	70	38	160	20	20	+151	2233	0.55	0	0	
Μαιος	70	38	90	50	140	20	61	+67	2300	0.56	41	0	

ώστε να εμποδίζεται η παραβίαση του περιορισμού. Εξ'άλλου, όταν η τιμή της χωρητικότητας ανεβαίνει πάνω απ'τη τιμή  $2.3 \times 10^6 \text{ m}^3$ , πρέπει να αυξήσουμε την εκροή (συνήθως με υπερχείλιση).

1. Ο πίνακας 1.1 είναι απο το βιβλίο GUIDE TO HYDROLOGICAL PRACTICES, chapter 7 Applications to water management.

Σ' αυτό το παράδειγμα, η απόληψη ποικίλει με την εποχή του έτους, και φαίνεται στη στήλη 7 του πίνακα. Η εισροή στο ταμιευτήρα, αναφέρεται σε μηνιαίες χρονοσειρές εισροών (Στήλη 6). Επίσης, φαίνονται τα μηνιαία σύνολα της κατακρήμισης και της εξάτμισης σε mm (Στήλες 2 & 4).

Οι όγκοι, για τον τρέχοντα μήνα, υπολογίζονται χρησιμοποιώντας την επιφάνεια του ταμιευτήρα που αναφέρεται στο τέλος του προηγούμενου μήνα (Στήλη 11). Οι ποσότητες της κατακρήμισης και της εξάτμισης φαίνονται στις στήλες 3 & 5 αντίστοιχα. Οι χρονοσειρές που φαίνονται στις στήλες 2, 4 και 6 αντιπροσωπεύουν, ή μια ιστορική καταγραφή, ή μια συνθετική σειρά. Κάθε σειρά του πίνακα αντιπροσωπεύει μια κατάσταση ισοζυγίου στο νερό του ταμιευτήρα, π.χ. μια λύση για την εξίσωση χωρητικότητας:

$$S_i = S_{i-1} + I_i + P_i - E_i - R_i = S_{i-1} + \Delta S_i \quad (1.3)$$

όπου  $R_i = D_i$  όταν υπάρχει απόθεμα στον ταμιευτήρα. (Οι τιμές των  $P$  και  $E$  παίρνονται από τις στήλες 3 και 5).

Η παραβίαση του κάτω περιορισμού, εμποδίζεται αν μειώσουμε την εκροή, στο ποσό  $S_{min} - S_i$ , το οποίο είναι γραμμμένο σαν έλλειμα νερού. (Νοέμ., Στήλη 13). Εάν καταργηθεί ο περιορισμός  $S_{min}$ , ο ταμιευτήρας γίνεται ημίαιμος με την έννοια του να είναι "χωρίς πυθμένα". Χρησιμοποιούμε μια τέτοια υπόθεση, όταν είναι απαραίτητο να καθορίσουμε την τιμή εκείνης της χωρητικότητας του ταμιευτήρα, της ικανής να εμποδίσει τις πιθανές αστοχίες στον εφοδιασμό νερού, από τις χρονοσειρές εισροών που χρησιμοποιούμε. Π.χ. για την αξιοπιστία  $\alpha = 100\%$  : η χωρητικότητα ταμιευτήρα θα μπορούσε να είναι ίση με τη μέγιστη χωρητικότητα που παρατηρήθηκε μέσα στη περίοδο σχεδιασμού, λαμβανομένης υπόψη και του ελάχιστου παρατηρημένου αποθέματος.

Η παραβίαση του άνω περιορισμού εμποδίζεται με την ύψωση της εκροής στο ποσό  $S_i - S_{max}$ , το οποίο σημειώνεται σαν υπερχειλίση.

Μετά τη συμπλήρωση των υπολογισμών, για όλες τις χρονοσειρές, τα ελλείμματα νερού χρησιμοποιούνται για να υπολογισθεί το επιθυμητό μέτρο της αξιοπιστίας  $\alpha$ . Η τιμή του  $\alpha$ , μαζί με τις αρχικά δοσμένες τιμές των  $S$  και  $D$ , αντιπροσωπεύουν μια λύση της εξίσωσης χωρητικότητας, για τις χρονοσειρές εισροών,

στο πρόβλημα. Είναι δυνατόν όμως, το ίδιο ζευγάρι των  $K$  και  $D$  να μας δίνει διαφορετική τιμή της  $\alpha$ , για διαφορετικές χρονοσειρές εισροών. Τότε η τιμή της  $\alpha$ , παίρνεται απο την ιστορική καταγραφή και δεν είναι απαραίτητο να αντιπροσωπεύει και τη μελλοντική περίοδο. Μας συμφέρει, επομένως, να υπολογίζουμε την αξιοπιστία,  $\alpha$ , για έναν δεδομένο αριθμό (τουλάχιστον 50) συνθετικών χρονοσειρών και να παίρνουμε το μέσο όρο τους σαν την τιμή σχεδιασμού.

Για να ορίσουμε τα όρια εμπιστοσύνης της  $\alpha$ , απαιτούνται τουλάχιστον 1000 τιμές για να περιγράψουν κατάλληλα την εμπειρική της κατανομή. Τότε όμως ο όγκος των υπολογισμών είναι μεγάλος και γίνεται αντικατάσταση της πινακοποίησης μ'ένα σειριακό αλγόριθμο και καταγραφή των τελικών επιθυμητών αποτελεσμάτων μόνο, όπως πληροφορίες για υπερχειλίσσεις, για ελλείμματα νερού, για την τιμή της  $\alpha$  κ.τ.λ. Η ευκολία του υπολογισμού, κάνει τις αριθμητικές χρονοσειρές να τείνουν να γίνουν τα πιο ευπροσάρμοστα και δυναμικά εργαλεία για το σχεδιασμό ταμιευτήρα.

### 1.3.1.3 Γραφική διαδικασία

Στο σχεδιασμό ταμιευτήρα, η εισροή,  $I$ , η απόληψη,  $R$ , και το απόθεμα  $S$ , την χρονική στιγμή  $t$ , ορίζονται με :

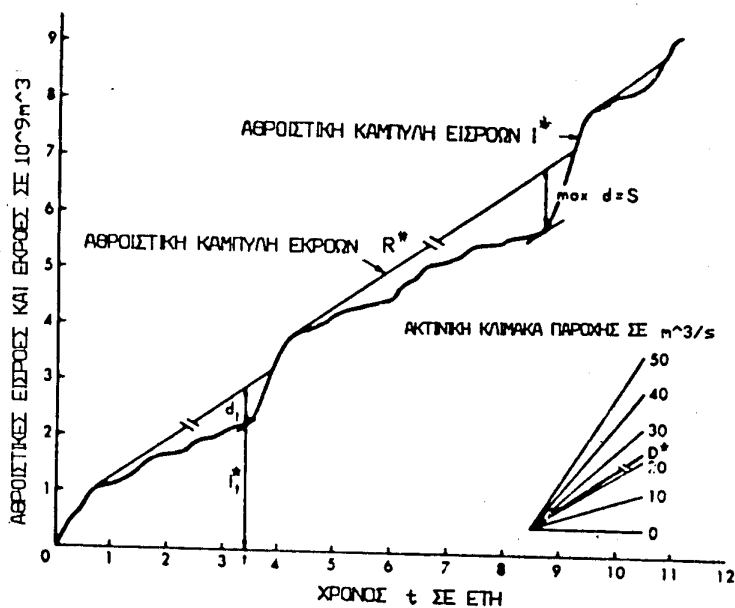
$$S_t = S_0 + \int_0^t (I-R)dt = S_0 + \int_0^t Idt - \int_0^t Rdt = S_0 + I_t^* - R_t^* \quad (1.4)$$

Τα γραφήματα από την άθροιση των ποσών  $I^*$  και  $R^*$  αντιπροσωπεύουν τις αθροιστικές καμπύλες εισροής και εκροής αντιστοίχως, με το  $S_0$ , να είναι το αρχικό απόθεμα του ταμιευτήρα. Έτσι, όπως γίνεται φανερό απο την εξίσωση 1.4, η χωρητικότητα του ταμιευτήρα είναι η διαφορά μεταξύ των αθροιστικών καμπυλών της εισροής και εκροής.

Ένα τέτοιο παράδειγμα, φαίνεται στο σχήμα 1.2<sup>2</sup>, όπου η χωρητικότητα ταμιευτήρα,  $S$ , βρίσκεται για μια σταθερή απόληψη,  $D$ , με την προϋπόθεση ότι δεν

-----  
 2. Το σχήμα 1.2 είναι απο το βιβλίο GUIDE TO HYDROLOGICAL PRACTICES, chapter 7 Applications to water management.

επιτρέπεται καμιά αστοχία κατά τη διάρκεια της περιόδου σχεδιασμού.



Σχήμα 1.2. Διπλή αθροιστική καμπύλη αποθήκευσης - χρόνου, για σταθερή τιμή απόληψης

Στη διαδικασία αυτή χρησιμοποιούμε την έννοια του ημίπειρου ("χωρίς πυθμένα") ταμιευτήρα, όπου η απαιτούμενη χωρητικότητα ταμιευτήρα είναι η μέγιστη χωρητικότητα που έχει καταγραφεί σ'ένα αρχικά γεμάτο ταμιευτήρα, κατά τη περίοδο σχεδιασμού. Το γράφημα δείχνει ότι: Η σταθερή απόληψη,  $D$ , αντιστοιχεί σε μια σταθερή κλίση της αθροιστικής καμπύλης απόληψης  $D^*$ , και προσδιορίζεται με τη βοήθεια της ακτινικής κλίμακας της παροχής. Απο κάθε σημείο, που η αθροιστική καμπύλη εισροής  $I^*$ , παρουσιάζει μέγιστο, φέρνουμε γραμμή παράλληλη στην  $D^*$ . Η επιθυμητή χωρητικότητα ταμιευτήρα,  $S$ , είναι η μέγιστη κατακόρυφη απόσταση μεταξύ κάθε σημείου της  $I^*$ , και κάθε μιας από εκείνες τις παράλληλες γραμμές στην  $D^*$ . ( $AB=K$ ).

### 1.3.2 Πιθανολογική προσέγγιση

#### 1.3.2.1 Γενικά

Εαν η ροή σ'ένα ποτάμι, ερμηνεύεται σαν στοχαστική ανέλιξη, τότε κάθε μετασχηματισμός αυτής της ανέλιξης, π.χ. κάθε παράγωγη χρονοσειρά, επηρεάζεται από τις ίδιες πιθανολογικές ιδιότητες που επηρεάζεται και η εν λόγω ανέλιξη. Εαν αυτές οι πιθανολογικές ιδιότητες είναι σχετικά απλές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατ'ευθείαν, χωρίς, δηλαδή, να προηγηθεί η παραγωγή συνθετικών χρονοσειρών. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται γι'αυτή τη προσέγγιση θα καλούνται αυστηρές. Μέθοδοι που αγνοούν την σειριακή πιθανολογική δομή της ανέλιξης και κάνουν χρήση μόνο της περιθώριας κατανομής, καλούνται προσεγγιστικές.

#### 1.3.2.2 Αυστηρές μέθοδοι

Μόνο δυο αυστηρές πιθανολογικές μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί, μέχρι σήμερα, για δύο αντίστοιχες περιπτώσεις εισροής : την πλήρως τυχαία, και την ανέλιξη αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται από τον τύπο :

$\alpha = f(D, K)$ , π.χ. δίνονται οι τιμές της χωρητικότητας ταμιευτήρα και της απόληψης και βρίσκεται η τιμή της αξιοπιστίας,  $\alpha$ , λύνοντας την εξίσωση χωρητικότητας. Η διαδικασία είναι η εξής: Η χωρητικότητα ταμιευτήρα  $K$  διαιρείται σε  $v$  διαστήματα  $\Delta K_i$ ,  $i=1,2,\dots,v$ , έτσι ώστε:

$$K = \sum_{i=1}^v \Delta K_i$$

Κάθε διάστημα (ή "επίπεδο χωρητικότητας") αντιπροσωπεύει μια τιμή  $K_i$ , μετρούμενη στο μέσο του διαστήματος. Ο υπολογισμός σκοπό έχει να βρεί την κατανομή πιθανότητας για τις καταστάσεις χωρητικότητας  $K_1, K_2, \dots, K_v$ , για δεδομένες τιμές των  $K$  και  $D$ . Από αυτή τη κατανομή βρίσκεται και η αξιοπιστία,  $\alpha$ . Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι ανεξάρτητα από την αρχική τιμή της χωρητικότητας, η κατανομή προσεγγίζει γρήγορα μια "κατάσταση ισορροπίας", ή μια "σταθερή κατάσταση". Έτσι, για ένα χρόνο,  $t_m$ , βρίσκουμε την κατανομή πιθανότητας, για τις καταστάσεις χωρητικότητας ταμιευτήρα. Αυτή η πιθανότητα καλείται πιθανότητα μετάβασης,  $p_{ij}$ , και καθορίζεται από τη κατανομή πιθανότητας της εισροής και την τιμή



της απόληψης,  $D$ . Ξέροντας όλες τις μεταβατικές πιθανότητες, μπορεί κανείς να υπολογίσει και την πιθανότητα  $P_i^{(m)}$  για την κατάσταση,  $K_i$  του ταμιευτήρα στο χρόνο  $t_m$ , από την εξίσωση :

$$P_i^{(m)} = P_1^{(m-1)} p_{i1} + P_2^{(m-1)} p_{i2} + \dots + P_v^{(m-1)} p_{iv} \quad (1.5)$$

Για κάθε κατάσταση χωρητικότητας  $i=1,2,\dots,v$ , έχουμε και μια εξίσωση αυτής της μορφής. Αφού στην κατάσταση ισορροπίας το  $P_i^{(m)}$  ισούται με  $P_i^{(m-1)}$ , οι άνω δείκτες απαλείφονται και το σύστημα εξισώσεων έχει  $v$  άγνωστες  $P$  μεταβλητές,  $P_1, \dots, P_v$  οι οποίες υπολογίζονται λύνοντας το σύστημα και με την υπόθεση:

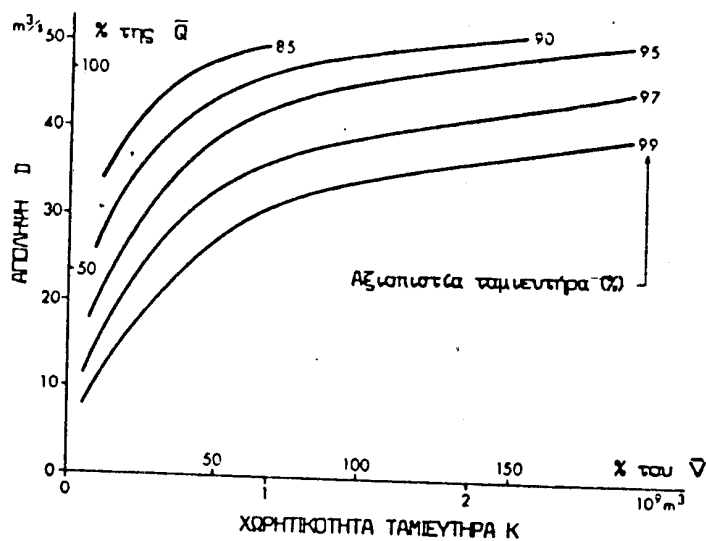
$$\sum_{i=1}^v P_i = 1$$

Εαν για παράδειγμα το  $K_1$  αντιπροσωπεύει έναν άδειο ταμιευτήρα, τότε το μέγεθος  $P_1$  αντιπροσωπεύει την πιθανότητα αστοχίας, (η επιθυμητή απόληψη  $D$ , δεν ικανοποιείται με άδειο ταμιευτήρα) και η διαφορά  $1-P_1$ , αντιπροσωπεύει την αξιοπιστία (πιθανότητα μη αστοχίας της λειτουργίας)  $\alpha$ , για τα δεδομένα  $K$  και  $D$ .

Αυτό το είδος της ανάλυσης χρησιμοποιείται, όταν η κατάσταση εισροής, αντιπροσωπεύεται από μέσες ετήσιες, εποχιακές ή μηνιαίες χρονοσειρές εισροών, για τις οποίες ένα πρώτης τάξης μοντέλο αυτοσυσχέτισης είναι αποδεκτό.

#### 1.4 Σχέση Χωρητικότητας - Απόληψης - Αξιοπιστίας

Για να διευκολυνθούν οι συγκρίσεις και οι οικονομικές εκτιμήσεις των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων στο σχεδιασμό ταμιευτήρα, λύνουμε την εξίσωση χωρητικότητας (1.1), για μια μεγάλη περιοχή των τριών μεταβλητών  $K$ ,  $D$  και  $\alpha$ . Συνήθως, θεωρούμε ότι η επιθυμητή απόληψη  $D$ , είναι μια συνάρτηση της χωρητικότητας ταμιευτήρα, και η αξιοπιστία,  $\alpha$ , μια παράμετρος της συνάρτησης. Τέτοιες σχέσεις γενικεύονται, εκφράζοντας την επιθυμητή απόληψη σαν ποσοστό της μέσης ροής  $Q$  (το ονομάζουμε "βαθμό ρύθμισης") και τη χωρητικότητα  $K$  του ταμιευτήρα σα μια αναλογία της μέσης ετήσιας εισροής (ονομάζεται "συντελεστής χωρητικότητας" ή "αναλογία χωρητικότητας"). (Σχήμα 1.3)<sup>3</sup>



Σχήμα 1.3. Σχέση χωρητικότητας - απόληψης - αξιοπιστίας ( $\bar{Q}$  = μέση ετήσια ροή,  $\bar{V}$  = όγκος της μέσης ετήσιας εισροής)

### 1.5 Ταμιευτήρες πολλαπλής σκοπιμότητας.

Οι ταμιευτήρες αρκετές φορές εξυπηρετούν πολλαπλούς σκοπούς. Συνήθως, δεν είναι πρακτικό να κατανέμουμε ένα συγκεκριμένο απόθεμα ταμιευτήρα για ένα μόνο σκοπό. Τις περισσότερες φορές, μια τέτοια συγκεκριμένη κατανομή περιορίζεται από αναγκαιότητες που παρουσιάζονται. Για παράδειγμα, δημιουργείται μια ζώνη προφύλαξης, αμέσως πάνω απ'τη νεκρή ζώνη ταμιευτήρα και φυλάσσεται να χρησιμοποιηθεί σε εξαιρετικές καταστάσεις, τέτοιες όπως απόπλυση κατάντη του ποταμού στη περίπτωση κάποιων τυχαίων μολύνσεων, άμεσος εφοδιασμός με νερό, στην περίπτωση ξαφνικών κινδύνων υγείας, πυροπροστασίας, κ.τ.λ. Παρόμοια, οι ταμιευτήρες πρέπει να έχουν έναν όγκο, που να ελέγχει κάποιο ανεξέλεγκτο πλημμυρικό γεγονός εμποδίζοντας την υπερχειλίση στο φράγμα. Εν τούτοις, πολλοί σκοποί εξυπηρετούνται από το ίδιο απόθεμα ταμιευτήρα, και οι απαιτήσεις τους συνοδεύονται από μάλλον σύνθετους κανόνες για τη λειτουργία ταμιευτήρα. Οι

3. το σχήμα είναι από το βιβλίο GUIDE TO HYDROLOGICAL PRACTICES, chapter 7 Applications to water management.

απολήψεις ταμιευτήρα τυποποιούνται, συχνά, με μια σειρά απο καμπύλες, οι οποίες δείχνουν το ρυθμό αποφόρτισης σε συνάρτηση ενός στιγμιαίου αποθέματος και μιας χρονικής στιγμής μέσα στο έτος.

Ο σχεδιασμός και η λειτουργία ταμιευτήρων πολλαπλής σκοπιμότητας απαιτεί σύνθετη ανάλυση. Η ανάλυση γίνεται, συνήθως, με επαναληπτικές μεθόδους, χρησιμοποιώντας προσαρμογές στις καμπύλες και εκτίμηση των επιπτώσεων σ' όλους τους ανεξάρτητους σκοπούς, και σκοπός της είναι η βελτιστοποίηση της διαχείρισης όλου του υδάτινου συστήματος. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, οι κλασικές σχέσεις χωρητικότητας-απόληψης-αξιοπιστίας, μπορούν να εξυπηρετήσουν μόνο μια πρώτη προσέγγιση στη πολιτική λειτουργίας, η οποία βαθμιαία βελτιώνεται.

### **1.6 Συστήματα ταμιευτήρων.**

Οι διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό συστήματος ταμιευτήρων είναι παρόμοιες μ' εκείνες που περιγράφηκαν πιο πάνω για τους ταμιευτήρες πολλαπλής σκοπιμότητας. Λόγω των σύνθετων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των στοιχείων του συστήματος και μεταξύ των απαιτήσεων και εφοδιασμών σε διάφορους χρόνους και διάφορες θέσεις, η κατευθείαν λύση δεν είναι συνήθως εφικτή. Συνεπώς, γίνεται μια επιλογή ενός αρχικού σχεδίου, κατά τη κρίση του μελετητή, και στη συνέχεια αναπτύσσεται με διαδοχικές επιτυχημένες προσεγγίσεις.

Οι ταμιευτήρες σε μια λεκάνη, δεν σχεδιάζονται, συνήθως, σαν ένα σύστημα απ' την αρχή, αλλά καθένας σχεδιάζεται συχνά, για ειδικούς σκοπούς. Επειδή η εκμετάλλευση των υδατικών πόρων μιας λεκάνης γίνεται εντονότερη, γίνεται απαραίτητη η μελέτη της λειτουργίας όλων των τεχνικών έργων, σαν ένα σύστημα και στη συνέχεια να προστίθενται νέα τεχνικά έργα στο σύστημα με τη πάροδο του χρόνου. Τότε, θα μπορούσε να αλλάξει η λειτουργία κάποιων τμημάτων, αλλά σημαντικές αλλαγές είναι μάλλον δύσκολες να γίνουν γιατί υπάρχουν πολλοί περιορισμοί, όπως : νομικοί, πολιτικοί, οικονομικοί και φυσικοί. Αναλόγως, η βελτιστοποίηση η οποία μπορεί να απαιτηθεί είναι, πρακτικά, μάλλον χαμηλή.

Σε κάθε στάδιο, στο σχεδιασμό συστήματος ταμιευτήρα, όλα τα εφικτά καινούργια τεχνικά έργα αποθήκευσης, θα πρέπει να εκτιμώνται λεπτομερειακά και να καθορίζουν τη δυνατή σειρά των διαφόρων έργων. Αυτή η σειρά καθορίζεται

συγκρίνοντας το κόστος και την αυξημένη βοήθεια που εξασφαλίζεται. Μια απαίτηση, στην αύξηση του συστήματος ταμιευτήρα, είναι να καθορισθεί πότε θα κατασκευασθεί το επόμενο, επιθυμητό τεχνικό έργο.

## **1.7 Επίδραση της ιζηματοπόθεσης**

Η ιζηματοπόθεση, έχει σαν αποτέλεσμα την ελάτωση της χωρητικότητας του ταμιευτήρα. Όταν ο όγκος των ιζημάτων είναι μικρός, σε σχέση με τον όγκο του ταμιευτήρα, ο μέσος ετήσιος όγκος του ιζήματος, μπορεί να θεωρηθεί σαν μια σταθερά μείωσης της χωρητικότητας, που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό. Όταν ο όγκος των ιζημάτων είναι μεγάλος, η μείωση στον όγκο του ταμιευτήρα, θα έπρεπε να συσχετίζεται με την ετήσια εισροή, ή ακόμη με κάθε πλημμυρικό γεγονός.

## **1.8 Επιπτώσεις της κατασκευής ταμιευτήρων**

### **1.8.1 Επιπτώσεις στο υδραυλικό και υδρολογικό καθεστώς**

Η κατασκευή του ταμιευτήρα προκαλεί μια αλλαγή στο υδραυλικό και υδρολογικό καθεστώς κατάντη. Καταναλώσεις νερού, τέτοιες όπως είναι η άδρευση, ελατώνουν τη μέση ροή, ενώ ο βαθμός ρύθμισης ταμιευτήρα, μπορεί να αλλάζει σε εποχιακή βάση. Η κατασκευή ενός ταμιευτήρα, προκαλεί την δημιουργία ιζήματος και κάνει το νερό να φεύγει καθαρότερο από την εισροή. Αυτό όμως, μπορεί να προκαλέσει διάβρωση κάτω από τον ταμιευτήρα. Η μείωση της κλίσης στο ποτάμι, μπορεί να προκαλέσει υδραυλικά προβλήματα και προβλήματα ιζηματοπόθεσης, ανάντη του ταμιευτήρα.

### **1.8.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις**

Κατά την ανάπτυξη της διαχείρισης των προγραμμάτων υδατικών πόρων, ενδιαφέρουν και τα περιβαλλοντικά τους αποτελέσματα. Η δημιουργία νέων λιμνών έχει μια πολύ σημαντική οικολογική επίδραση, στη γειτονιά αυτών των λιμνών. Στην περίπτωση λιμνών μεγάλου όγκου, σε σχέση με την ετήσια βροχόπτωση, ο ευτροφισμός, έχει μια σημαντική επίδραση στην ποιότητα των νερών της λίμνης,

εξ' αιτίας του μακρού χρόνου παραμονής. Ο ταμιευτήρας επηρεάζει τη θερμοκρασία και την περιεκτικότητα οξυγόνου, του νερού που αποφορτίζεται. Η επιτυγχανόμενη ρύθμιση, επίσης, θα αλλάξει τη φυσιολογία και τη χρήση της γής, κατάντη του ταμιευτήρα. Η αύξηση της χρήσης του νερού, συνήθως, επιφέρει μείωση της ποιότητας του νερού σ' ένα υδάτινο αποδέκτη.

Αλλαγές τέτοιας φυσικής κατάστασης, έχουν μεγάλο ενδιαφέρον. Εν τούτοις, οι ταμιευτήρες προκαλούν επίσης αλλαγές, οι οποίες έχουν ευεργητικά αποτελέσματα. Σε πολλές περιπτώσεις, το περιβάλλον στη γειτονιά των ταμιευτήρων και κατάντη, έχει αναπτυχθεί πολύ εξασφαλίζοντας αναδημιουργία, αισθητικά, οικολογικά και υγεινά αποτελέσματα. Είναι πρωταρχικής σημασίας, να προσδιορίζονται συνεχώς όλα τα περιβαλλοντικά αποτελέσματα των ταμιευτήρων και να εξασφαλίζεται η παρακολούθηση και ο έλεγχος της μέτρησης των περιβαλλοντικών συντελεστών τόσο πριν όσο και μετά την κατασκευή.

## 1.9 Αντικείμενο εργασίας

Η μελέτη αυτή αφορά την απλή περίπτωση ενός μεμονωμένου ταμιευτήρα, μιας σκοπιμότητας (π.χ ύδρευση), με υπηρετήσια ρύθμιση, και με καθορισμένη απόληψη D. Οι μαθηματικές σχέσεις που ενδιαφέρουν για μεν α) την περίπτωση της διαστασιολόγησης είναι :

$$K = f(l, P, E, L, D, \alpha) \quad (1.7.1)$$

για δε β) την περίπτωση της λειτουργίας ταμιευτήρα :

$$D = g(l, P, E, L, K, \alpha) \quad (1.7.2)$$

Για την κατάστρωση και επίλυση των εξισώσεων μεμονωμένου ταμιευτήρα (1.7.1) και (1.7.2), έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι. Ωστόσο η πιο γενικευμένη, ορθολογικά και μαθηματικά συνεπής μέθοδος είναι η μέθοδος της προσομοίωσης. Το πρώτο βήμα για την προσομοίωση της λειτουργίας ταμιευτήρα είναι η προσομοίωση των υδρολογικών μεταβλητών. Αυτό δηλαδή που κάνουμε είναι να παράγουμε παράλληλες συνθετικές χρονοσειρές απο την ιστορική χρονοσειρά (π.χ εισροών) και η παραγωγή αυτή γίνεται με τη χρήση τυχαίων αριθμών (μέθοδος Monte Carlo). Οι συνθετικές χρονοσειρές, που παράγονται με την προσομοίωση, δεν αντιπροσωπεύουν

τίποτε άλλο παρά στατιστικά ισοδύναμες χρονοσειρές με την παρατηρημένη ιστορική χρονοσειρά. Απαιτείται δηλαδή η διατήρηση ορισμένων ιστορικών στατιστικών χαρακτηριστικών κατά την παραγωγή των συνθετικών χρονοσειρών.

Εδώ εξετάζουμε τα κύρια χαρακτηριστικά της εισροής που επηρεάζουν την αξιοπιστία ενός ταμειυτήρα και κάνουμε τις ακόλουθες υποθέσεις :

- α) Οι απώλειες εξάτμισης και οι υπόγειες διαφυγές δεν λαμβάνονται υπόψη
- β) Θεωρείται ότι η εισροή και η απόληψη γίνονται στιγμιαία και άπαξ του έτους, σε τρόπο ώστε η απόληψη να προηγείται της αποθήκευσης.

Με την (β) υπόθεση παίρνουμε υπόψη μόνο τη χωρητικότητα υπερετήσιας εξίσωσης. Αγνοούμε, δηλαδή, τη διακύμανση της εισροής και της απόληψης, κατά τη διάρκεια ενός έτους. Εάν παίρναμε υπόψη μας κι'αυτή την διακύμανση της εισροής και της ζήτησης, θα έπρεπε να αυξήσουμε τη χωρητικότητα του ταμειυτήρα, ούτως ώστε να ικανοποιείται και η εποχιακή ρύθμιση. Επίσης, σ'αυτή τη διαστασιολόγηση δεν λαμβάνεται υπόψη, ο νεκρός όγκος ταμειυτήρα.

Στα αποτελέσματα αυτής της μελέτης παρουσιάζονται :

- α) μια σειρά σμυσηματικών διαγραμμάτων, όπου φαίνονται οι σχέσεις μεταξύ της ανηγμένης χωρητικότητας,  $K/\sigma$ , του βαθμού ρύθμισης,  $D/\mu$ , και της αξιοπιστίας,  $\alpha$ , ταμειυτήρα, για κάθε μια από τις τρεις περιθώριες συναρτήσεις κατανομής (κανονική, λογαριθμοκανονική και γάμα) και για συγκεκριμένες τιμές των παραμέτρων τους (π.χ του συντελεστή διασποράς,  $\sigma/\mu$ , του συντελεστή αυτοσυσχέτισης,  $\rho$ ). Τα διαγράμματα αυτά χρησιμοποιούνται για την άμεση διαστασιολόγηση ενός ταμειυτήρα. Δηλαδή, μπορεί να ορισθεί και να επιλυθεί γραφικά η εξίσωση 1.7.1.
- β) μια μελέτη της επίδρασης μιας ποικιλίας μοντέλων εισροής, στη διαστασιολόγηση και αξιοπιστία ταμειυτήρα, συνοδευόμενη με τα αντίστοιχα συγκριτικά διαγράμματα.
- γ) μια σύγκριση των αποτελεσμάτων αυτής της εργασίας με τα αποτελέσματα δύο προηγούμενων εργασιών (των εργασιών των Pleschcow και Pegram).

## 2. ΠΕΡΙΘΩΡΙΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ

### 2.1 Εισαγωγή

Η αβεβαιότητα μιας φυσικής μεταβλητής, είναι το αποτέλεσμα των συνδυασμένων επιδράσεων πολλών αιτιών, που είναι δύσκολο να απομονωθούν και να εξετασθούν. Η φυσική μεταβλητή που μας ενδιαφέρει εδώ είναι η εισροή σ'ένα ταμειευτήρα. Η εισροή αυτή μπορεί να αντιπροσωπευτεί μαθηματικά απο μια στοχαστική ανέλιξη σε συνεχή ή διακριτό χρόνο. Στη μελέτη αυτή μας ενδιαφέρει η ετήσια καθαρή εισροή,  $N_t$ , η οποία είναι στοχαστική ανέλιξη σε διακριτό χρόνο,  $t = 1, 2, 3, \dots$ . Αν η ανέλιξη αυτή θεωρηθεί ότι είναι μόνιμη και εργοδική, τότε μπορεί να ορισθεί για μια αντιπροσωπευτική μεταβλητή, η περιθώρια συνάρτηση κατανομής της εισροής,  $I_t$ , η οποία είναι ίδια για όλες τις τιμές του  $t$ .

Οι περιθώριες συναρτήσεις κατανομής που χρησιμοποιούμε εδώ είναι: η κανονική κατανομή (Gauss), η λογαριθμοκανονική κατανομή (log-normal) και η γάμα κατανομή (Gamma). Και οι τρεις κατανομές χρησιμοποιούνται εδώ με δυο παραμέτρους, ενώ είναι γνωστό ότι οι κατανομές γάμα και λογαριθμοκανονική, έχουν και μορφή με τρεις παραμέτρους.

### 2.2 Κανονική κατανομή ( Gauss )

Η ιδιότητα της κατανομής μιας φυσικής μεταβλητής να προσεγγίζει την κανονική κατανομή δεν είναι τυχαία. Είναι ένα απο τα πιο σπουδαία συμπεράσματα της θεωρίας πιθανοτήτων. Σύμφωνα με το θεώρημα του κεντρικού ορίου μπορούμε να πούμε : "Κάτω απο ορισμένους ειδικούς όρους, εφ'όσον μια μεταβλητή αποτελεί άθροιση πολλών επι μέρους τυχαίων συνιστωσών (όπως π.χ οι ημερήσιες εισροές) η κατανομή του αθροίσματος των τυχαίων αυτών συνιστωσών, ακολουθεί την κανονική κατανομή".

Η μεγάλη πρακτική σημασία της κανονικής κατανομής, βρίσκεται στο γεγονός ότι, με τη χρήση του θεωρήματος του κεντρικού ορίου, μπορούμε, όταν έχουμε μεγάλο αριθμό απο τυχαίες συνιστώσες, να προσαρμόσουμε στο άθροισμά τους την κανονική κατανομή χωρίς να ξέρουμε :

- 1) την περιθώρια συνάρτηση κατανομής κάθε μιας απο αυτές τις τυχαίες συνιστώσες

- 2) τον αριθμό τους
- 3) τις σχέσεις που τις συνδέει

Οι ικανοποιητικές προσεγγίσεις πολλών τυχαίων μεταβλητών στην κανονική κατανομή, κάνουν αυτή τη κατανομή να χρησιμοποιείται συχνά στη πράξη.

Η κανονική κατανομή περιγράφεται από τη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας

$$f_X(x) = K \exp \{-c(x-m)^2\} \quad -\infty \leq x \leq \infty \quad (2.1)$$

Η τετμημένη του κέντρου της κατανομής είναι το  $m$ , γι'αυτό λόγω της συμμετρίας της κατανομής το  $m$  είναι η μέση τιμή της. Μπορούμε να ορίσουμε τη σταθερά  $K$  σαν το ολοκλήρωμα :

$$1 = \int_{-\infty}^{+\infty} K \exp \{-c(x-m)^2\} dx \quad (2.2)$$

Βρίσκουμε:

$$1 = K \sqrt{\pi} / \sqrt{c} \quad (2.3)$$

από όπου:

$$K = \sqrt{c} / \sqrt{\pi}, \quad (2.4)$$

ή

$$f_X(x) = (\sqrt{c} / \sqrt{\pi}) \exp \{-c(x-m)^2\} \quad -\infty \leq x \leq \infty \quad (2.5)$$

Ας ορίσουμε, μετά την τυπική απόκλιση της κανονικής κατανομής:

$$\text{Var}[x] = (\sqrt{c} / \sqrt{\pi}) \int_{-\infty}^{+\infty} (x-m)^2 \exp \{-c(x-m)^2\} dx \quad (2.6)$$

από όπου:



$$\text{Var}[x] = 1 / 2c \quad (2.7)$$

$$\sigma_x = 1 / \sqrt{2c} \quad (2.8)$$

Κατά συνέπεια :

$$\sqrt{c} = 1 / \sigma_x \sqrt{2} \quad (2.9)$$

Αντικαθιστούμε το  $c$ , στην 2.1 και γράφουμε τη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας :

$$f_X(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{x - m_x}{\sigma_x} \right)^2 \right] \quad -\infty \leq x \leq \infty \quad (2.10)$$

Η κανονική κατανομή για  $m=0$  και  $\sigma=1$ , ονομάζεται τυπική κανονική κατανομή και συμβολίζεται  $N(0,1)$ . Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας αυτής της κατανομής είναι

$$f_X(x) = (1 / \sqrt{2\pi}) \exp (-z^2/2) \quad \text{όπου } z = (x - m_x) / \sigma_x \quad (2.11)$$

Η συμμετρία της κανονικής κατανομής γύρω απ'τη μέση τιμή της, δίνει ότι ο συντελεστής ασυμμετρίας είναι μηδέν.

Με την κανονική κατανομή αντιπροσωπεύεται πολύ καλά η κατανομή της συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης σε μια λεκάνη, κι'αυτό γίνεται με την υπόθεση ότι η βροχόπτωση αυτή είναι το άθροισμα όλων των ανεξάρτητων ημερήσιων γεγονότων βροχής. Το ίδιο συμβαίνει και με την απορροή μιας λεκάνης.

Η κανονική κατανομή χρησιμοποιείται πολλές φορές για την εύκολη προσέγγιση άλλων κατανομών, οι οποίες είναι πιο πολύπλοκες στη μαθηματική τους έκφραση. Η γάμμα κατανομή, για παράδειγμα, με παραμέτρους  $\lambda$  και  $k$  για μεγάλο  $k$  προσεγγίζει ικανοποιητικά την κανονική κατανομή.

### 2.3 Λογαριθμοκανονική κατανομή (Log-Normal)

Πολλές φορές η μεταβλητή που μας ενδιαφέρει,  $Y$ , προκύπτει ως γινόμενο ενός μεγάλου αριθμού μεταβλητών και είναι δύσκολο να μελετήσουμε και να περιγράψουμε κάθε μια απ' αυτές τις μεταβλητές. Αν η μεταβλητή  $Y$ , είναι :

$$Y_n = Y_0 W_1 W_2 \dots W_n \quad (2.12)$$

Λογαριθμίζοντας και τα δυο μέλη της εξίσωσης 2.12, παίρνουμε :

$$\ln Y = \ln Y_0 + \ln W_1 + \ln W_2 + \dots + \ln W_n \quad (2.13)$$

Εφ' όσον οι  $W_i$  είναι τυχαίες μεταβλητές, και οι συναρτήσεις  $\ln W_i$ , είναι επίσης τυχαίες μεταβλητές. Χρησιμοποιώντας το θεώρημα του κεντρικού ορίου μπορούμε να πούμε ότι το άθροισμα αυτών των μεταβλητών θα τείνει να κατανεμηθεί κανονικά. Τότε η μεταβλητή

$$X = \ln Y \quad (2.14)$$

κατανέμεται κανονικά.

Το πρόβλημά μας είναι, ξέροντας ότι η  $X$ , κατανέμεται κανονικά, να καθορίσουμε την κατανομή της  $Y$ , ή

$$Y = e^X \quad (2.15)$$

Η τυχαία μεταβλητή  $Y$ , της οποίας ο λογάριθμος κατανέμεται κανονικά, λέγεται ότι ακολουθεί λογαριθμοκανονική ή log-normal κατανομή. Στη περίπτωση αυτή η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας της  $Y$  είναι :

$$f_Y(y) = \frac{1}{y\sigma_X \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{\ln y - m_X}{\sigma_X} \right)^2 \right] \quad y \geq 0 \quad (2.16)$$

Η  $Y$  δεν μπορεί να έχει αρνητικές τιμές, καθ' όσον δεν ορίζεται ο λογάριθμος αρνητικού αριθμού.

Οι παράμετροι  $\sigma_x$  και  $m_x$ , είναι η τυπική απόκλιση και η μέση τιμή της  $X$  ή της  $\ln Y$  και όχι της  $Y$ .

Η κατανομή log-normal, χρησιμοποιήθηκε για την μελέτη των υδρολογικών δεδομένων (Hanzen [1914]) και φαίνεται ότι αρχικά χρησιμοποιήθηκε, επειδή τα γεγονότα που παρατηρήθηκαν, παρουσίαζαν ασυμμετρία. Η εν λόγω κατανομή παρουσιάζει αυξημένη ασυμμετρία ( $\gamma = 3\sigma_Y + \sigma_Y^3$ ). Στην υδρολογία οι μεταβλητές που μας ενδιαφέρουν δεν προκύπτουν σαν γινόμενο επι μέρους μεταβλητών και επομένως, δεν υπάρχει θεωρητικός λόγος να ακολουθούν την λογαριθμική κατανομή. Παρ'όλα αυτά όμως η λογαριθμική κατανομή χρησιμοποιείται πολύ συχνά εξ'αίτιας της μεγάλης ασυμμετρίας που παρουσιάζουν οι υδρολογικές μεταβλητές (π.χ εισροές). Στις υδρολογικές μελέτες η λογαριθμοκανονική κατανομή χρησιμοποιήθηκε, (π.χ απο τον Chow [1954], Beard [1953] και Beard [1962]), για μοντελοποίηση των ημερησίων ροών σ'ένα ποτάμι, ετήσιων πλημμυρών και ετήσιων, μηνιαίων και ημερησίων βροχοπτώσεων.

Όταν η λογαριθμική κατανομή είναι τριών παραμέτρων, έχει την ακόλουθη μορφή :

$$f_Y(y) = \frac{1}{(y-y_0)\sigma_x \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{\ln(y-y_0) - m_x}{\sigma_x} \right)^2 \right] \quad y \geq y_0 \quad (2.17)$$

## 2.4 Γάμα κατανομή

Αν η πραγματοποίηση κάποιου ορισμένου ενδεχόμενου αποτελεί ανέλιξη Poisson, τότε ο χρόνος έως την  $K^{\text{η}}$  πραγματοποίηση είναι μια τυχαία μεταβλητή  $X$ , με γάμα κατανομή και παραμέτρους  $\kappa$  και  $\lambda$ . Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας έχει τον τύπο :

$$f_{X\kappa}(x) = \frac{\lambda^\kappa x^{\kappa-1} e^{-\lambda x}}{(\kappa-1)!} \quad x \geq 0 \quad (2.18)$$

Με ολοκλήρωση, ή απλούστερα, με την υπόθεση ότι το  $X$ , είναι το άθροισμα  $\kappa$  ανεξάρτητων τυχαίων μεταβλητών με εκθετική κατανομή, τότε :

$$m_x = \kappa / \lambda \quad (2.19)$$

$$\sigma_x^2 = \kappa / \lambda^2 \quad (2.20)$$

Η παράμετρος  $\kappa$ , δε χρειάζεται να παίρνει ακέραια τιμή, οπότε η γάμα κατανομή γράφεται :

$$f_{\chi\kappa}(x) = \frac{\lambda^\kappa x^{\kappa-1} e^{-\lambda x}}{\Gamma(\kappa)} \quad x \geq 0 \quad (2.21)$$

Οι μόνοι περιορισμοί είναι :  $\lambda > 0$  και  $\kappa > 0$ .

Η συνάρτηση  $\Gamma(\kappa)$ , (απ'την οποία πήρε το όνομά της η κατανομή), ισούται με  $(\kappa-1)!$ , εαν το  $\kappa$  είναι ακέραιος, αλλά γενικότερα ορίζεται σαν το ολοκλήρωμα :

$$\Gamma(\kappa) = \int_0^\infty e^{-u} u^{\kappa-1} du \quad (2.22)$$

Αν ορισθεί η μη πλήρης συνάρτηση γάμα

$$\Gamma(\kappa, x) = \int_0^x e^{-u} u^{\kappa-1} du \quad (2.23)$$

τότε η συνάρτηση κατανομής είναι:

$$F_{\chi}(x) = \int_0^x f_{\chi}(x) dx = \frac{\Gamma(\kappa, \lambda x)}{\Gamma(\kappa)} \quad (2.24)$$

Η γάμα κατανομή, χρησιμοποιείται για την περιγραφή διαφόρων υδρολογικών φαινομένων, όπως οι μέγιστες ροές σ'ένα ποτάμι (Markovic [1965]).

Σε αρκετές υδρολογικές μεταβλητές, η καταλληλότητα της γάμα προκύπτει από θεωρητικούς λόγους, αλλά χρησιμοποιείται και σε άλλες περιπτώσεις όπου, η χρήση της δεν αιτιολογείται θεωρητικά. Και αυτή η κατανομή είναι ασύμμετρη, αλλά σε μικρότερο βαθμό από την λογαριθμική κατανομή. ( $\gamma = 2\sigma$ ). Συνεπώς, χρησιμοποιείται για μεταβλητές με ασυμμετρία που προσαρμόζεται στη γάμα κατανομή.

Η γάμα κατανομή μπορεί να επεκταθεί, εισάγοντας και τρίτη παράμετρο, οπότε η εξίσωση γίνεται :

$$f_X(x) = \frac{\lambda^K (x-x_0)^{K-1} e^{-\lambda(x-x_0)}}{\Gamma(K)} \quad x \geq x_0 \quad (2.25)$$

### 3. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΙΣΡΟΗΣ

#### 3.1 Εισαγωγή

Η προσομοίωση της χρονοσειράς εισροών, σε μια λεκάνη, γίνεται με τη χρήση εναλλακτικών στοχαστικών μοντέλων. Η χρονοσειρά εισροών,  $X_t$ , μπορεί να αποδοθεί σαν άθροισμα :

$$X_t = T_t + P_t + Z_t \quad (3.1)$$

ή σαν γινόμενο :

$$X_t = T_t P_t Z_t \quad (3.2)$$

του ντετερμινιστικού μέρους, που αποτελούν οι συνιστώσες της τάσεως,  $T_t$ , και της περιοδικότητας  $P_t$  της χρονοσειράς και του στοχαστικού μέρους, που αποτελεί το στοχαστικό υπόλοιπο  $Z_t$ . Εδώ εξετάζουμε το στοχαστικό μέρος, χωρίς να λαμβάνουμε υπόψη τάση και περιοδικότητα.

Το σημαντικό χαρακτηριστικό της φυσικής χρονοσειράς είναι η εμμονή (persistence). Το φυσικό νόημα της εμμονής είναι η ιδιότητα που παρατηρείται στις φυσικές χρονοσειρές, σύμφωνα με την οποία, υψηλές τιμές ενός μεγέθους τείνουν να συσσωρεύονται και παράλληλα το ίδιο συμβαίνει και με τις χαμηλές τιμές, (φαινόμενο Ιωσήφ).

Το στοχαστικό μέρος της χρονοσειράς εισροών, εφ'όσον χαρακτηρίζεται από τις ιδιότητες της μονιμότητας και της εργοδικότητας, μελετάται είτε σαν μοντέλο ανεξάρτητων εισροών, είτε σαν μοντέλο εξηρημένων εισροών. Πολλά μοντέλα, της δευτέρας κατηγορίας έχουν αναπτυχθεί, τα κυριότερα απ'τα οποία είναι :

- (α) τα μοντέλα αυτοσυσχέτισης (autoregressive, AR(p)).
- (β) τα μοντέλα αυτοσυσχέτισης ARMA(p,q)
- (γ) τα μοντέλα κλασματικού γκαουσιανού θορύβου (fractional gaussian noise - FGN).

Τα μοντέλα αυτοσυσχέτισης, AR(p), προσομοιώνουν χρονοσειρές, υποθέτοντας ότι κάθε τιμή της μεταβλητής, σχετίζεται με γραμμική σχέση με τις προηγούμενες τιμές της μεταβλητής, μαζί όμως και με κάποιο τυχαίο σφάλμα. Ο τύπος του μοντέλου AR(p), είναι :

$$\begin{aligned} X_t &= \phi_{p,1}X_{t-1} + \phi_{p,2}X_{t-2} + \dots + \phi_{p,p}X_{t-p} + Z_t = \\ &= \sum_{i=1}^p \phi_{p,i} X_{t-i} + Z_t \end{aligned} \quad (3.3)$$

όπου :  $\phi_{p,i}$ ,  $i = 1,2,3, \dots, p$  είναι οι παράμετροι αυτοσυσχέτισης.

Τα μοντέλα ARMA(p,q), είναι σύνθεση των μοντέλων αυτοσυσχέτισης AR(p), και των μοντέλων κινούμενων μέσων όρων, MA(q), (Box - Jenkins). Ο τύπος αυτών των μοντέλων είναι :

$$\begin{aligned} X_t &= \phi_{p,1}X_{t-1} + \phi_{p,2}X_{t-2} + \dots + \phi_{p,p}X_{t-p} + Z_t - \\ &- \theta_{q,1}Z_{t-1} - \theta_{q,2}Z_{t-2} - \dots - \theta_{q,q}Z_{t-q} \end{aligned} \quad (3.4)$$

Τα μοντέλα κλασματικού γκαουσιανού θορύβου, (FGN), επιδιώκουν την διατήρηση του συντελεστή Hurst, h. Οι συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης που προκύπτουν από τα μοντέλα FGN, οδηγούν σε άπειρη εμμονή. Οι τύποι αυτών των μοντέλων, βρίσκονται στο κεφάλαιο 3.4.

Τέλος στα μοντέλα των ανεξάρτητων εισροών, οι παρατηρούμενες χρονοσειρές εισροών, παρουσιάζουν συντελεστή αυτοσυσχέτισης,  $\rho_i$ , για κάθε βήμα, ίσο με το μηδέν.

### 3.2 Μοντέλο εισροής AR(1)

Το μοντέλο αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης AR(1) είναι γνωστό σαν μοντέλο Markov. Ο τύπος του μοντέλου AR(1), προκύπτει από την εξίσωση 3.3, εάν διατηρηθούν μόνο οι πρώτης τάξεως παράμετροι. Δηλαδή :

$$X_t = \phi_{p,1} X_{t-1} + Z_t \quad (3.5)$$

Ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης με βήμα ένα,  $\rho_1$ , είναι η πλέον χαρακτηριστική παράμετρος, που αντιπροσωπεύει την συνάρτηση αυτοσυσχέτισης και το μοντέλο αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης AR(1).

Πολλαπλασιάζουμε και τα δύο μέλη της εξίσωσης 3.5 με  $X_{t-1}$ , και παίρνουμε τις αναμενόμενες μέσες τιμές και των δύο μελών. Δεδομένου ότι ισχύουν οι ιδιότητες :

$$E(Z_t X_{t-1}) = 0, \quad E(X_t)^2 = 1 \quad \text{και} \quad E(X_t) = 0$$

προκύπτει ότι :

$$\phi_{1,1} = \rho_1 \quad (3.6)$$

όπου  $\rho_1$ , είναι ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης με βήμα ένα, και είναι :  $-1 < \rho_1 < 1$ .

Επίσης, η διασπορά της κατανομής για το τυχαίο μέρος  $Z_t$ , δίνεται από τον τύπο

$$\sigma_Z^2 = 1 - \rho_1^2 \quad (3.7)$$

Εάν πάλι, η εξίσωση 3.5 πολλαπλασιασθεί στη σειρά με :

$X_{t-1}, X_{t-2}, \dots$ , και  $X_{t+1}, X_{t+2}, \dots$ , προκύπτει :

$$\rho_k = \rho_1^{|k|} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \quad (3.8)$$



### 3.3 Μοντέλο εισροής ARMA(1,1)

Το μοντέλο ARMA(1,1), (autoregressive moving average), περιέχει το μοντέλο αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης AR(1), και το μοντέλο κινούμενων μέσων όρων MA(1). Ο τύπος ενός ARMA(1,1) μοντέλου είναι :

$$X_t = \phi_{1,1}X_{t-1} + Z_t - \theta_{1,1}Z_{t-1} \quad (3.9)$$

Ισχύουν οι ιδιότητες :

$$E(Z_t) = E(X_t) = 0$$

$$E(X_t^2) = 1$$

$$\rho_k = E(X_t X_{t-k}) \text{ και}$$

$$E(X_t Z_{t-1}) = \rho_{x,z}(-1)$$

Σημειώνουμε επίσης :

$$E(Z_t Z_{t-k}) = 1 \quad \text{για } k = 0 \text{ και}$$

$$E(Z_t X_{t-k}) = 0 \quad \text{για κάθε ακέραιο } k > 0$$

Αρχικά, πολλαπλασιάζουμε την εξίσωση 3.9 με  $X_t$  και παίρνουμε τις αναμενόμενες μέσες τιμές :

$$\begin{aligned} 1 &= \phi_{1,1}\rho_1 + E\{Z_t(\phi_{1,1}X_{t-1} + Z_t - \theta_{1,1}Z_{t-1})\} - \theta_{1,1}\rho_{x,z}(-1) \\ &= \phi_{1,1}\rho_1 + \sigma_z^2 - \theta_{1,1}\rho_{x,z}(-1) \end{aligned} \quad (3.10)$$

Κατόπιν, πολλαπλασιάζουμε την εξίσωση 3.9 με  $Z_{t-1}$  και  $X_{t-1}$  κατά σειρά και παίρνουμε τις αναμενόμενες μέσες τιμές :

$$\rho_{x,z}(-1) = (\phi_{1,1} - \theta_{1,1}) \sigma_z^2 \quad (3.11)$$

και

$$\rho_1 = \phi_{1,1} - \theta_{1,1}\sigma_Z^2 \quad (3.12)$$

Επομένως :

$$\sigma_Z^2 = (1 - \phi_{1,1}^2) / (1 + \theta_{1,1}^2 - 2\phi_{1,1}\theta_{1,1}) \quad (3.13)$$

και

$$\rho_1 = (1 - \phi_{1,1}\theta_{1,1}) (\phi_{1,1} - \theta_{1,1}) / (1 + \theta_{1,1}^2 - 2\phi_{1,1}\theta_{1,1}) \quad (3.14)$$

Επίσης, πολλαπλασιάζοντας την εξίσωση 3.9, με  $X_{t-k}$  όπου  $k \geq 2$  και παίρνοντας τις αναμενόμενες μέσες τιμές, έχουμε :

$$\rho_k = \phi_{1,1}\rho_{k-1} \quad (3.15)$$

Οι περιορισμοί για  $\phi_{1,1}$  και  $\theta_{1,1}$  είναι :

$$-1 < \phi_{1,1} < 1 \quad \text{και} \quad -1 < \theta_{1,1} < 1 \quad (3.16)$$

### 3.4 Μοντέλα εισροής FGN και FFGN

Στο θέμα της εμμονής, σημειώνεται η ανακάλυψη του HURST, σύμφωνα με την οποία μεγάλοι μεγέθους δείγματα γεωφυσικών μεγεθών, εμφανίζουν ορισμένα χαρακτηριστικά που δεν μπορούν να περιγραφούν από τα μοντέλα ARMA (φαινόμενο Hurst). Τα χαρακτηριστικά αυτά αποδίδονται με μια παράμετρο, την παράμετρο Hurst,  $h$ , που παίρνει τιμές στο διάστημα :  $0 < h < 1$ .

Η μελέτη του Hurst, βασίζεται στην εξέταση 800 ιστορικών χρονοσειρών υδρολογικών και γεωφυσικών μεταβλητών, από διάφορα μέρη της γής, με μεγέθη από 40 έως 2000 έτη, και βρήκε ότι η παράμετρος  $h$  γι'αυτές κυμαίνεται από 0.46 μέχρι 0.96, με μέση τιμή 0.73 και τυπική απόκλιση 0.09. Αντίθετα, όπως αποδεικνύεται θεωρητικά, τα μοντέλα ARMA για μεγάλο μέγεθος δείγματος, δίνουν συντελεστές Hurst,  $h$ , που ασυμπτωτικά τείνουν στην τιμή  $h=0.5$ . Ο Hurst απέδωσε την αναντιστοιχία αυτή στο γεγονός ότι οι ιστορικές χρονοσειρές εμφανίζουν πολύ μεγάλη μνήμη. Το γεγονός αυτό οδήγησε στην εισαγωγή και χρήση μιας άλλης κατηγορίας μοντέλων, που λέγονται μοντέλα κλασματικού γκαουσιανού θορύβου (fractional gaussian noise, FGN - Mandelbrot [1965]).

Τα μοντέλα FGN διαφέρουν από τα μοντέλα ARMA στη δομή της αυτοσυσχέτισης. Η βασική διαφορά βρίσκεται στις αντίστοιχες τιμές της εμμονής, η οποία θεωρείται σαν το ολοκλήρωμα της συνάρτησης αυτοσυσχέτισης από το μηδέν μέχρι το άπειρο. Η εμμονή για όλα τα μοντέλα ARMA είναι πεπερασμένη, σε αντίθεση με τα μοντέλα FGN, που το ολοκλήρωμα της συνάρτησης αυτοσυσχέτισης είναι άπειρο. Η προσομοίωση των εισροών με μοντέλα FGN είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα, αφού και η πιο γρήγορη προσεγγιστική εκδοσή τους (fast fractional gaussian noise - FFGN) απαιτεί χρόνους που συγκρινόμενοι με τους αντίστοιχους χρόνους των μοντέλων ARMA είναι πολύ μεγαλύτεροι.

Η κατασκευή του FFGN μοντέλου περιλαμβάνει δύο στοιχεία. Το πρώτο στοιχείο  $X_t^{(L)}$ , αφορά επιδράσεις χαμηλών συχνοτήτων και έχει τύπο :

$$X_t^{(L)} = \sum_{n=1}^N W_n X_t(GM|n, B) \quad (3.17)$$

όπου  $X_t(GM|n, B)$  είναι μια τυποποιημένη κανονική ανέλιξη του AR(1) μοντέλου, με συντελεστή αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης, ίσο με  $(-B^{-n})$ . Η παράμετρος  $B$ , παίρνει τιμές στο διάστημα 2 μέχρι 4 (όχι πάντα). Τα βάρη  $W_n$ , δίνονται απο τη σχέση :

$$W_n^2 = h(2h-1)(B^{1-h} - B^{h-1}) B^{-2(1-h)n} / \Gamma(3-2h) \quad (3.18)$$

Αρχικά, υποτίθεται ότι  $N = N(T)$ , δηλαδή είναι συνάρτηση του επιθυμητού μεγέθους του δείγματος  $T$ , αλλά στη πράξη βρέθηκε ότι η ικανοποιητική τιμή του  $N$ , είναι απο 15 μέχρι 20.

Το δεύτερο στοιχείο  $X_t^{(H)}$ , το οποίο προστίθεται για την διόρθωση των λαθών υψηλής συχνότητας που προκύπτουν απο το  $X_t^{(L)}$ , είναι μια ξεχωριστή κανονική ανέλιξη του μοντέλου AR(1), με μέση τιμή μηδέν. Η διασπορά του είναι :

$$\sigma^2 = 1 - B^{h-1}(2h^2-h) / \Gamma(3-2h) \quad (3.19)$$

και ο συντελεστής αυτοσυσχέτισής του με βήμα ένα είναι :

$$\rho_1 = 2^{2h-1} - 1 + \sum_{n=1}^{N(t)} W_n(1-r_n) - B^{-(1-h)}h(2h-1)/\Gamma(3-2h) \quad (3.20)$$

Τελικά το FFGN μοντέλο ορίζεται με την πρόσθεση :

$$X_t^{(f)} = X_t^{(L)} + X_t^{(H)} \quad (3.21)$$

### 3.5 Μοντέλα ανεξάρτητων εισροών

Πολλές φορές, οι χρονοσειρές εισροών που μελετάμε, αποτελούν μια οριακή κατηγορία στην οποία, όλοι οι συντελεστές αυτοσυσχέτισης,  $\rho$ , είναι μηδέν.

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, τα μοντέλα αυτοσυσχέτισης, AR(1), και ARMA(1,1), έχουν συντελεστή αυτοσυσχέτισης,  $\rho_1$ , εν γένει διαφορετικό από μηδέν. Ο τύπος του μοντέλου αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης, γράφεται :

$$X_t = \rho_1 X_{t-1} + Z_t \quad (3.22)$$

Όταν όμως  $\rho_1$  είναι μηδέν παίρνουμε  $X_t = Z_t$ . Δηλαδή, η ανεξάρτητη χρονοσειρά εισροών στην περίπτωση αυτή προέρχεται δειγματοληπτικά από μια ομάδα τυχαίων παρατηρήσεων, που ακολουθούν μια συγκεκριμένη περιθώρια συνάρτηση κατανομής. Σ' αυτή τη μελέτη, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα, όταν η ανεξάρτητη χρονοσειρά εισροών ακολουθεί την κανονική κατανομή (Gauss), την λογαριθμοκανονική κατανομή, (log-normal), και την γάμα κατανομή, (Gamma).

## 4. ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

### 4.1 Γεννήτριες τυχαίων αριθμών για ανεξάρτητες χρονοσειρές

Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές συνήθως διαθέτουν ενσωματωμένες ρουτίνες παραγωγής τυχαίων αριθμών  $R_u$ , από την ομοιόμορφη κατανομή στο διάστημα  $[0,1]$ . Συνήθως στηρίζονται σε ακολουθίες ακεραίων αριθμών  $x_i$  της μορφής :

$$x_i = (m x_{i-1} + n) \bmod d \quad (4.1)$$

όπου  $m$ ,  $n$  και  $d$  είναι ακέραιες σταθερές και η παράσταση  $A \bmod d$  συμβολίζει το ακέραιο υπόλοιπο της διαίρεσης του  $A$  με τον  $d$ . Οι αριθμοί  $x_i$  στη συνέχεια διαιρούνται με τον  $(d-1)$ , για να δώσουν τυχαίους αριθμούς στο διάστημα  $[0,1]$ . Πρόκειται, βέβαια, για "ψευδοτυχαίους" αριθμούς, αφού η διαδικασία παραγωγής τους είναι ντετερμινιστική.

Για την παραγωγή ενός τυχαίου αριθμού  $R$  της ομοιόμορφης κατανομής στο διάστημα  $[a,b]$  χρησιμοποιείται ο μετασχηματισμός

$$R = (b-a) R_u + a \quad (4.2)$$

Για την κανονική κατανομή, εφαρμόζεται ο ακόλουθος αλγόριθμος, για την παραγωγή τυχαίων αριθμών :

(1) Παράγονται δυο τυχαίοι αριθμοί από την ομοιόμορφη κατανομή  $(0,1)$ , οι  $R_{u1}$  και  $R_{u2}$

(2) Με μετασχηματισμό των παραπάνω προσδιορίζονται δυο τυχαίοι αριθμοί από την ομοιόμορφη κατανομή  $(-1,1)$ . Αυτό γίνεται με τις σχέσεις :

$$S_1 = 2R_{u1} - 1 \quad (4.3)$$

$$S_2 = 2R_{u2} - 1 \quad (4.4)$$

(3) Υπολογίζεται ο αριθμός :

$$S = S_1^2 + S_2^2 \quad (4.5)$$

(4) Αν  $S \leq 1$  προχωρούμε στα παρακάτω βήματα, αλλιώς επαναλαμβάνουμε τα προηγούμενα.

(5) Υπολογίζουμε τους αριθμούς :

$$Z = [-2\ln(S)/S]^{1/2} \quad (4.6)$$

$$R_{N1} = S_1 Z \quad (4.7)$$

και

$$R_{N2} = S_2 Z \quad (4.8)$$

Οι αριθμοί  $R_{N1}$  και  $R_{N2}$  είναι δυο ανεξάρτητοι τυχαίοι αριθμοί, απο την τυποποιημένη κανονική κατανομή (0,1).

(6) Υπολογίζουμε τους αριθμούς :

$$R_1 = \mu + \sigma R_{N1} \quad (4.9)$$

$$R_2 = \mu + \sigma R_{N2} \quad (4.10)$$

που είναι δυο ανεξάρτητοι τυχαίοι αριθμοί απο την κανονική κατανομή ( $\mu, \sigma$ ).

Για την γάμα κατανομή, η διαδικασία παραγωγής τυχαίων αριθμών είναι :

(1) Για ακέραιες τιμές της παραμέτρου  $k$ , εφαρμόζεται ο εξής αλγόριθμος :

(α) Παράγονται  $k$  τυχαίοι αριθμοί  $R_{ui}$ , απο την ομοιόμορφη κατανομή (0,1) ( $i=1, \dots, k$ )

(β) Ο ζητούμενος τυχαίος αριθμός ( $R$ ) απο την γάμα κατανομή, υπολογίζεται με εφαρμογή του τύπου :

$$R = - \sum_{i=1}^k \ln (R_{ui}) / \lambda \quad (4.11)$$

(2) Για τιμές του  $\kappa < 1$  εφαρμόζεται ο ακόλουθος αλγόριθμος

(α) Παράγονται τρεις τυχαίοι αριθμοί από την ομοιόμορφη κατανομή  $(0,1)$ , οι  $R_{u1}$ ,  $R_{u2}$  και  $R_{u3}$ .

(β) Υπολογίζονται οι αριθμοί :

$$S_1 = R_{u1}^{1/\kappa} \quad (4.12)$$

$$S_2 = R_{u2}^{1/(1-\kappa)} \quad (4.13)$$

(γ) Αν  $S_1 + S_2 \leq 1$  προχωρούμε στο επόμενο βήμα, διαφορετικά επαναλαμβάνουμε τα δυο προηγούμενα.

(δ) Υπολογίζουμε τους αριθμούς :

$$Z = S_1 / (S_1 + S_2) \quad \text{και} \quad (4.14)$$

$$R = -Z \ln(R_{u3}) / \lambda \quad (4.15)$$

Ο αριθμός  $R$  είναι ο ζητούμενος τυχαίος αριθμός από την κατανομή γάμα.

(3) Για τυχούσες τιμές του  $\kappa$ , παράγονται δύο τυχαίοι αριθμοί  $R_1$  και  $R_2$  από την κατανομή γάμα με παραμέτρους  $([\kappa], \lambda)$  και  $(\kappa - [\kappa], \lambda)$  αντίστοιχα, όπου  $[\kappa]$  το ακέραιο μέρος του αριθμού  $\kappa$ . Ο ζητούμενος τυχαίος αριθμός από την κατανομή γάμα με παραμέτρους  $(\kappa, \lambda)$  είναι ο

$$R = R_1 + R_2 \quad (4.16)$$

Για την λογαριθμικοκανονική κατανομή (log-normal), θεωρούμε τον εξής μετασχηματισμό :

$$Y = \ln(X - \xi) \quad (4.17)$$

όπου  $X$  έχει μέση τιμή  $\mu$  και τυπική απόκλιση  $\sigma$ . Η  $Y$ , κατανέμεται κανονικά, με μέση τιμή  $\mu_Y$  και τυπική απόκλιση  $\sigma_Y$  και  $\xi$ , είναι μια παράμετρος θέσης που μπορεί να είναι και αρνητικός αριθμός. Οι τιμές των  $\mu$  και  $\sigma$ , για την χρονοσειρά εισροών  $X$ , είναι :



$$\mu = \exp(\mu\gamma + \sigma\gamma^2/2) + \xi \quad (4.18)$$

$$\sigma^2 = \{\exp(2\mu\gamma + \sigma\gamma^2)\} \{\exp(\sigma\gamma^2) - 1\} \quad (4.19)$$

Η εξίσωση για την παραγωγή τυχαίων αριθμών είναι :

$$X_t = \xi + [\exp(\mu\gamma)] \exp(\sigma\gamma n_t) \quad (4.20)$$

Στην εξίσωση 4.20, η  $n_t$  είναι μια ανεξάρτητη τυχαία μεταβλητή από την κανονική κατανομή, με μηδενική μέση τιμή και τυπική απόκλιση ίση με την μονάδα,  $n_t(0,1)$ .

Για την λογαριθμική κατανομή δύο παραμέτρων, όπως αυτή που μελετάμε εδώ, η παράμετρος θέσης  $\xi$ , είναι μηδέν.

## 4.2 Γεννήτριες προσομοίωσης εξαρτημένων χρονοσειρών

Στο κεφάλαιο 3.2 έχει αναφερθεί το μοντέλο αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης, AR(1). Ο τύπος του μοντέλου, όπως έχει αναφερθεί, είναι :

$$X_t = \phi_{1,1}(X_{t-1}) + Z_t \quad (4.21)$$

Το τυχαίο μέρος  $Z_t$ , της εξαρτημένης χρονοσειράς εισροών ακολουθεί την κανονική κατανομή, με μέση τιμή  $\mu$ , ίση με το μηδέν, τυπική απόκλιση  $\sigma_z$  και συντελεστή αυτοσυσχέτισης με βήμα ένα ίσο με το μηδέν. Δηλαδή :  $Z_t = N(0, \sigma_z)$ .

Επειδή οι αναμενόμενες μέσες τιμές της 4.21,  $E(X_t) = 0$  και  $E(X_{t-1}) = 0$ , προκύπτει :  $\phi_{1,1} = \rho_1$ . Η τυπική απόκλιση  $\sigma_z = \sigma \sqrt{1-\rho_1^2}$ .

Επομένως, με γνωστή μέση τιμή,  $\mu$ , εδώ ίση με το μηδέν, και τυπική απόκλιση,  $\sigma_z$ , μπορούμε να παράγουμε δύο ανεξάρτητους τυχαίους αριθμούς από την κανονική κατανομή  $(0, \sigma)$ , για το τυχαίο μέρος  $Z_t$ , της 4.21, όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4.1.

Όταν οι αριθμοί του τυχαίου μέρους  $Z_t$ , της χρονοσειράς εισροών, ακολουθούν την γάμα κατανομή, οι τιμές των παραμέτρων  $\kappa$  και  $\lambda$  της γάμα κατανομής προκύπτουν από μια προσεγγιστική μέθοδο, με βάση τον μετασχηματισμό των Wilson και Hilferty, και είναι :

$$\lambda = \mu \{ \sigma^2 / (1+\rho)^2 \} \quad (4.22)$$

$$\kappa = (\mu^2 / \sigma^2) \{ (1-\rho) / (1+\rho) \} \quad (4.23)$$

όπου  $\mu$  και  $\sigma$  είναι η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση, αντίστοιχα, της αρχικής χρονοσειράς εισροών.

Ορίζουμε με  $g$  την παράσταση :

$$g = (2\sigma/\mu) \{ (1-\rho^3)(1-\rho^3)^{3/2} \} \quad (4.24)$$

Τότε αν θεωρήσουμε

$$Z_t = (2/g) \{ [1-g^2 + g\eta_t(0,1)]^3 - 1.0 \} \quad (4.25)$$

όπου  $\eta_t$  είναι τυχαίοι αριθμοί από την κανονική κατανομή (0,1), και χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση (4.21) η παραγόμενη σειρά των  $X_t$  ακολουθεί κατά προσέγγιση την κατανομή γάμα.

Για την παραγωγή τυχαίων αριθμών που ακολουθούν την λογαριθμική κατανομή, (log-normal), όταν η εισροή μελετάται με το μοντέλο αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης, θεωρούμε τον εξής μετασχηματισμό :

$$Y = \ln(X - \xi) \quad (4.26)$$

Όπως έχει αναφερθεί και στο κεφάλαιο 4.1, η  $X$  έχει μέση τιμή  $\mu$ , τυπική απόκλιση  $\sigma$  και εδώ υπάρχει και ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης με βήμα ένα,  $\rho_1$ . Η  $Y$  έχει μέση τιμή  $\mu_Y$ , τυπική απόκλιση  $\sigma_Y$  και  $\xi$  είναι μια παράμετρος θέσης. Ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης με βήμα ένα, της  $Y$ , είναι  $\rho_{1,Y}$ .

Οι τιμές της μέσης τιμής  $\mu$  και της τυπικής απόκλισης  $\sigma$ , της χρονοσειράς  $X$ , δίνονται από τις εξισώσεις 4.18 και 4.19. Η τιμή του συντελεστή αυτοσυσχέτισης  $\rho_1$  είναι :

$$\rho_1 = \{\exp(\sigma_Y^2 \rho_{1,Y}) - 1\} \{\exp(\sigma_Y^2) - 1\}^{-1} \quad (4.27)$$

Η εξίσωση του μοντέλου αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης AR(1), όταν οι αριθμοί του τυχαίου μέρους  $Z_t$  ακολουθούν την λογαριθμική κατανομή, είναι :

$$X_t = \xi + [\exp\{\mu_Y(1 - \rho_{1,Y})\}] (X_{t-1} - \xi)^{\rho_{1,Y}} \exp(\sigma_Y \eta_t) \quad (4.28)$$

όπου  $\eta_t$  ακολουθεί την κανονική κατανομή, με μηδενική μέση τιμή και διασπορά  $\sigma^2 = 1 - \rho_{1,Y}^2$ . Επειδή η λογαριθμική κατανομή που μελετάμε εδώ, είναι δυο παραμέτρων, η παράμετρος θέσης  $\xi$ , ισούται με μηδέν.

Για την παραγωγή της εξίσωσης ενός μοντέλου αυτοσυσχέτισης ARMA(1,1), πρέπει, πρώτα να εκτιμηθούν οι παράμετροι  $\Theta_{1,1}$  και  $\Phi_{1,1}$  της εξίσωσης 3.9 του μοντέλου ARMA(1,1). Από την λύση των εξισώσεων 3.14 και 3.15, μπορούμε να υπολογίσουμε τις παραμέτρους  $\Theta_{1,1}$  και  $\Phi_{1,1}$ . Επομένως, είναι γνωστή η τυπική απόκλιση  $\sigma_z^2$ , από την εξίσωση 3.13.

Το τυχαίο μέρος  $Z_t$  του μοντέλου αυτοσυσχέτισης ARMA(1,1), ακολουθεί την κανονική κατανομή, με μέση τιμή,  $\mu$ , ίση με μηδέν και τυπική απόκλιση  $\sigma_z$ , από την εξίσωση 3.13. Δηλαδή :  $Z_t = N(0, \sigma_z)$ . Άρα, μπορούμε να δημιουργήσουμε την εξίσωση του μοντέλου ARMA(1,1) :

$$X_t = \phi_{1,1}X_{t-1} + Z_t - \theta_{1,1}Z_{t-1}$$

Η δημιουργία της εξίσωσης του μοντέλου FFGN έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 3.4. Το πρώτο στοιχείο,  $X_t^{(L)}$ , της εξίσωσης του μοντέλου FFGN, έχει μέση τιμή,  $\mu$ , ίση με μηδέν, συντελεστή αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης,  $\rho_1 = -B^{-n}$  και διασπορά  $\sigma_z^2 = 1 - \rho_1^2$ . Το  $B$ , όπως έχει αναφερθεί, είναι μια παράμετρος που παίρνει τιμές στο διάστημα 2 μέχρι 4, αλλά όχι πάντα.

Το δεύτερο στοιχείο,  $X_t^{(H)}$ , της εξίσωσης του μοντέλου FFGN, έχει, επίσης μέση τιμή,  $\mu$ , ίση με μηδέν και η τυπική του απόκλιση,  $\sigma$ , και ο συντελεστής του αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης,  $\rho_1$ , δίνονται από τις εξισώσεις 3.19 και 3.20 αντίστοιχα. Προσθέτοντας το πρώτο και το δεύτερο στοιχείο παίρνουμε την εξίσωση του μοντέλου FFGN.

### 4.3 Εξισώσεις λειτουργίας ταμιευτήρα

Εδώ, παρατίθενται οι εξισώσεις λειτουργίας ταμιευτήρα, που απορρέουν από την αρχή διατήρησης της μάζας του νερού στον μεμονωμένο ταμιευτήρα, που εξετάζουμε.

Υποθέτουμε ότι η διαδικασία της προσομοίωσης έχει ολοκληρωθεί στον χρόνο (t-1) και επομένως είναι γνωστή η τιμή του ωφέλιμου όγκου ταμιευτήρα  $S_{t-1}$ .

Οι υδρολογικές μεταβλητές του προβλήματος είναι :

(1) Η εισροή στον ταμιευτήρα  $I_t$ .

Ένα άλλο πολύ μικρότερο τμήμα των εισροών είναι η βροχόπτωση  $P_t$ , απ'ευθείας πάνω στην επιφάνεια της λίμνης του ταμιευτήρα, η οποία για να αναχθεί σε όγκο, πολλαπλασιάζεται με την επιφάνεια  $A_{t-1}$  του ταμιευτήρα.

(2) Οι απώλειες νερού από τον ταμιευτήρα λόγω εξάτμισης είναι :  $E_t$ . Οι απώλειες λόγω διαφυγών είναι  $L_t$ .

(3) Η καθαρή εισροή στον ταμιευτήρα  $N_t$ , (net Inflow), είναι ίση με :

$$N_t = I_t + P_t - E_t - L_t \quad (4.29)$$

Οι λειτουργικές μεταβλητές του προβλήματος είναι :

(1) Ο ωφέλιμος όγκος ταμιευτήρα :  $S_t$

(2) Η απόληψη από τον ταμιευτήρα :  $R_t$

(4) Η υπερχείλιση :  $SP_t$

Η ωφέλιμη χωρητικότητα του ταμιευτήρα συμβολίζεται με  $K$ .

Η τιμή της ζήτησης, ή της επιθυμητής απόληψης, συμβολίζεται με  $D$  και στην περίπτωση του μεμονωμένου ταμιευτήρα συνήθως εκφράζεται σαν ποσοστό της μέσης ετήσιας καθαρής εισροής. Το μέγεθος αυτό, περιγράφεται με τους όρους επίπεδο ανάπτυξης (level of development) ή βαθμός ρύθμισης (degree of regulation) και είναι προφανώς μικρότερο ή ίσο με 100 %.

Ο όγκος νερού προς αποθήκευση,  $S_a$ , προκύπτει από την εξίσωση ισοζυγίου του ταμιευτήρα :

$$S_a = S_t + N_t - R_t - SP_t \quad (4.30)$$

Εξετάζουμε τις εξής περιπτώσεις :

(α) Εάν  $0 \leq S_a \leq K$ , τότε ο όγκος νερού στον ταμιευτήρα είναι :

$$S_{t+1} = S_a$$

Σ'αυτή την περίπτωση δεν υπάρχει υπερχειλίση. Δηλαδή :

$$SP_t = 0.$$

Επίσης, η απόληψη  $R_t$  θα είναι ίση με την επιθυμητή απόληψη  $D$ , (ή ζήτηση). Δηλαδή :

$$R_t = D$$

(β) Εάν  $S_a > K$ , τότε ο όγκος νερού στον ταμιευτήρα είναι :

$$S_{t+1} = K$$

Σ'αυτή την περίπτωση υπάρχει υπερχειλίση και είναι :

$$SP_t = S_a - K$$

Και εδώ, η απόληψη  $R_t$  θα είναι ίση με την επιθυμητή απόληψη  $D$ , (ή ζήτηση). Δηλαδή :

$$R_t = D$$

(γ) Εάν  $S_a \leq 0$ , τότε ο όγκος νερού στον ταμιευτήρα είναι :

$$S_{t+1} = 0$$

Υπερχείλιση δεν υπάρχει και επομένως είναι :

$$SP_t = 0.$$

Η απώληση  $R_t$  θα είναι μικρότερη από την επιθυμητή απώληση  $D$  και δίνεται από τη σχέση :

$$R_t = D + S_a$$

## 5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

Στην περίπτωση του μεμονωμένου ταμειυτήρα, υπερετήσιας ρύθμισης, που μελετάμε εδώ, μας ενδιαφέρουν τα χαρακτηριστικά της χρονοσειράς των ετήσιων καθαρών εισροών και μόνο. Υπενθυμίζεται ότι αγνοείται η διακύμανση των εισροών και εκροών μέσα στο έτος, για την ρύθμιση της οποίας απαιτείται πρόσθετος όγκος ταμειυτήρα. Συγκεκριμένα, μπορούμε να απομονώσουμε τα ακόλουθα χαρακτηριστικά της χρονοσειράς της καθαρής εισροής :

- (1) Τη μέση τιμή  $\mu_i$  και την τυπική απόκλιση  $\sigma_i$
- (2) Τον τύπο της περιθωρίας συνάρτησης κατανομής
- (3) Τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης της χρονοσειράς και ειδικότερα τον συντελεστή αυτοσυσχέτισης για βήμα 1,  $\rho_1$ .

Γίνεται, λοιπόν, μια διερεύνηση της επίδρασης των χαρακτηριστικών της εισροής στην αξιοπιστία ταμειυτήρα, τα αποτελέσματα της οποίας παρουσιάζονται υπο μορφή καμπυλών χωρητικότητας - ζήτησης - αξιοπιστίας. (Σχήματα 1 μέχρι 50). Συγκεκριμένα, για το μοντέλο εισροής AR(1), διερευνώνται :

- (1) οι επιδράσεις των εξής περιθωρίων συναρτήσεων κατανομής στην αξιοπιστία ταμειυτήρα :
  - α) κανονική κατανομή (Gauss)
  - β) λογαριθμοκανονική κατανομή (Log-normal)
  - γ) γάμα κατανομή (Gamma)
- (2) Γίνονται εκτεταμένοι συνδυασμοί των στατιστικών χαρακτηριστικών των περιθωρίων συναρτήσεων κατανομής,  $\sigma/\mu_i$  (απο 0.1 μέχρι 1) και  $\rho_1$  (απο 0 μέχρι 0.3). Η μέση τιμή,  $\mu$ , λαμβάνεται θεωρητικά ίση με τη μονάδα.
- (3) Το διάστημα μεταβολής του βαθμού ρύθμισης,  $D/\mu$ , είναι από 0.75 μέχρι 1.
- (4) Το διάστημα μεταβολής της ανηγμένης χωρητικότητας,  $K/\sigma$ , είναι απο 0 μέχρι 15.
- (5) Οι βαθμοί αξιοπιστίας ταμειυτήρα, είναι απο 80% μέχρι 99.9%



Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Ε Σ		
Κανονική, Γάμα, Λογαριθμοκανονική		
Χαρακτηριστικά κατανομών	Συντελεστής Διασποράς, $\sigma/\mu$	Τιμές απο : 0.1 μέχρι 1.0 (στην κανονική κατανομή οι τιμές είναι μέχρι 0.5)
	Συντελεστής αυτοσ/σης, $\rho_1$	Τιμές απο : 0.0 μέχρι 0.3
	Μέση τιμή, $\mu$	Θεωρητικά ίση με 1
Χαρακτηριστικά ταμιευτήρα	Ανγ/νη Χωρ/τα K/ $\sigma$	Τιμές απο : 0 μέχρι 15
	Απολήψεις, D/ $\mu$	Τιμές απο : 0.75 μέχρι 1
	Αξιοπιστία, $\alpha$	Τιμές απο:80% μέχρι 99.9%

Μελετώντας τα διαγράμματα, κάνουμε τις εξής παρατηρήσεις :

- (1) Όταν ο τύπος της περιθώριας συνάρτησης κατανομής εισροών, είναι η **κανονική κατανομή (Gauss)** :
- (α) Εδώ το διάστημα μεταβολής του συντελεστού διασποράς  $\sigma/\mu$  που εξετάσαμε, είναι απο 0.1 μέχρι 0.5, κ'αυτό γιατί για τιμές, της τυπικής απόκλισης  $\sigma$ , μεγαλύτερες απο 0.5, παίρνουμε αρνητικές τιμές των εισροών, με σημαντικά μεγάλες πιθανότητες, γεγονός το οποίο δεν έχει φυσική σημασία, έχει όμως μαθηματική.
- (β) Για δεδομένη τιμή της ανηγμένης χωρητικότητας K/ $\sigma$ , και δεδομένη τιμή της απόληψης D, (ή του βαθμού ρύθμισης D/ $\mu$ ), αυξανόμενου του συντελεστού διασποράς,  $\sigma/\mu$ , παρατηρείται μείωση της αξιοπιστίας ταμιευτήρα,  $\alpha$ , όταν η τιμή του συντελεστού αυτοσυσχέτισης,  $\rho$ , διατηρείται σταθερή.

π.χ για  $K/\sigma = 3$ ,  $D/\mu = 0.90$ , και  $\rho = 0.0$

- όταν :  $\sigma/\mu = 0.1$  η αξιοπιστία  $\alpha > 99.9\%$
- όταν :  $\sigma/\mu = 0.2$  η αξιοπιστία  $\alpha = 98.5\%$
- όταν :  $\sigma/\mu = 0.3$  η αξιοπιστία  $\alpha = 96.5\%$
- όταν :  $\sigma/\mu = 0.4$  η αξιοπιστία  $\alpha = 94.0\%$
- όταν :  $\sigma/\mu = 0.5$  η αξιοπιστία  $\alpha = 93.0\%$

Η αξιοπιστία  $\alpha$  είναι σταθερή, όταν τα μεγέθη  $K$  και  $\sigma$  μεταβάλλονται σε τρόπο ώστε η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma$ , να παραμένει σταθερή.

- (γ) Για δεδομένη τιμή της ανηγμένης χωρητικότητας  $K/\sigma$ , και δεδομένη τιμή της απόληψης  $D$ , (ή του βαθμού ρύθμισης  $D/\mu$ ), αυξανόμενου του συντελεστού αυτοσυσχέτισης,  $\rho_1$ , από 0 μέχρι 0.3, παρατηρείται μείωση της αξιοπιστίας ταμειυτήρα,  $\alpha$ .

π.χ για  $K/\sigma = 3$ ,  $D/\mu = 0.90$  και  $\sigma/\mu = 0.1$

- όταν  $\rho = 0.0$  η αξιοπιστία  $\alpha > 99.9\%$
- όταν  $\rho = 0.1$  η αξιοπιστία  $\alpha > 99.9\%$
- όταν  $\rho = 0.2$  η αξιοπιστία  $\alpha = 99.9\%$
- όταν  $\rho = 0.3$  η αξιοπιστία  $\alpha = 99.6\%$

- (δ) Για δεδομένη τιμή της αξιοπιστίας,  $\alpha$ , και δεδομένη τιμή του βαθμού ρύθμισης,  $D/\mu$ , παρατηρούμε ότι αυξανόμενου του συντελεστού διασποράς,  $\sigma/\mu$ , αυξάνει και η τιμή της ανηγμένης χωρητικότητας ταμειυτήρα,  $K/\sigma$ , για τον ίδιο συντελεστή αυτοσυσχέτισης,  $\rho_1$ .

π.χ για  $D/\mu = 0.90$  και  $\alpha = 95\%$

- όταν  $\sigma/\mu = 0.1$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 0.35$
- όταν  $\sigma/\mu = 0.2$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 1.90$

- (ε) Για δεδομένη τιμή της αξιοπιστίας,  $\alpha$ , δεδομένη τιμή του βαθμού ρύθμισης,  $D/\mu$ , και για την ίδια τιμή του συντελεστού διασποράς,  $\sigma/\mu$ , παρατηρούμε ότι αυξανόμενου του συντελεστού αυτοσυσχέτισης,  $\rho$ , αυξάνεται και η ανηγμένη χωρητικότητα ταμειυτήρα,  $K/\sigma$ .

π.χ για  $\sigma/\mu = 0.2$ ,  $D/\mu = 0.90$  και  $\alpha = 95\%$

όταν  $\rho = 0.0$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 1.90$

όταν  $\rho = 0.1$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 2.10$

όταν  $\rho = 0.2$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 2.30$

όταν  $\rho = 0.3$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 2.70$

(ζ) Απο τα διαγράμματα των καμπυλών χωρητικότητας - ζήτησης - απόληψης, είναι επίσης φανερό ότι χαμηλές απολήψεις, (ή βαθμοί ρύθμισης,  $D/\mu$ ), απαιτούν ταμειυτήρες μικρού όγκου, σε αντίθεση με υψηλούς βαθμούς ρύθμισης, που συνεπάγονται την κατασκευή ταμειυτήρων μεγάλου όγκου.

(2) Όταν ο τύπος της περιθώριας συνάρτησης κατανομής εισροών, είναι η **γάμα κατανομή (Gamma)**:

(α) Το διάστημα μεταβολής του συντελεστού διασποράς  $\sigma/\mu$  που εξετάσαμε, είναι από 0.1 μέχρι 1, και του συντελεστού αυτοσυσχέτισης,  $\rho_1$ , από 0 μέχρι 0.3.

(β) Για δεδομένη τιμή της ανηγμένης χωρητικότητας  $K/\sigma$ , και δεδομένη τιμή της απόληψης  $D$ , (ή του βαθμού ρύθμισης  $D/\mu$ ), αυξανόμενου του συντελεστού διασποράς,  $\sigma/\mu$ , παρατηρείται μείωση της αξιοπιστίας ταμειυτήρα,  $\alpha$ , όταν η τιμή του συντελεστού αυτοσυσχέτισης,  $\rho$ , διατηρείται σταθερή.

π.χ για  $K/\sigma = 3$ ,  $D/\mu = 0.90$ , και  $\rho = 0.0$

όταν :  $\sigma/\mu = 0.1$  η αξιοπιστία  $\alpha > 99.9\%$

όταν :  $\sigma/\mu = 0.2$  η αξιοπιστία  $\alpha = 99.1\%$

όταν :  $\sigma/\mu = 0.5$  η αξιοπιστία  $\alpha = 92.0\%$

όταν :  $\sigma/\mu = 0.8$  η αξιοπιστία  $\alpha = 87.0\%$

όταν :  $\sigma/\mu = 1.0$  η αξιοπιστία  $\alpha = 85.5\%$

(γ) Για δεδομένη τιμή της ανηγμένης χωρητικότητας  $K/\sigma$ , και δεδομένη τιμή της απόληψης  $D$ , (ή του βαθμού ρύθμισης  $D/\mu$ ), αυξανόμενου του συντελεστού αυτοσυσχέτισης,  $\rho_1$ , από 0 μέχρι 0.3, παρατηρείται μείωση της αξιοπιστίας ταμειυτήρα,  $\alpha$ .

π.χ για  $K/\sigma = 3$ ,  $D/\mu = 0.90$  και  $\sigma/\mu = 0.1$

όταν  $\rho = 0.0$  η αξιοπιστία  $\alpha > 99.9\%$

όταν  $\rho = 0.1$  η αξιοπιστία  $\alpha > 99.9\%$   
όταν  $\rho = 0.2$  η αξιοπιστία  $\alpha = 99.82\%$   
όταν  $\rho = 0.3$  η αξιοπιστία  $\alpha = 99.65\%$

- (δ) Για δεδομένη τιμή της αξιοπιστίας,  $\alpha$ , και δεδομένη τιμή του βαθμού ρύθμισης,  $D/\mu$ , παρατηρούμε ότι αυξανόμενου του συντελεστού διασποράς,  $\sigma/\mu$ , αυξάνει και η τιμή της ανηγμένης χωρητικότητας ταμειυτήρα,  $K/\sigma$ , για τον ίδιο συντελεστή αυτοσυσχέτισης,  $\rho_1$ .

π.χ για  $D/\mu = 0.90$  και  $\alpha = 95\%$

όταν  $\sigma/\mu = 0.1$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 0.60$   
όταν  $\sigma/\mu = 0.2$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 1.80$

- (ε) Για δεδομένη τιμή της αξιοπιστίας,  $\alpha$ , δεδομένη τιμή του βαθμού ρύθμισης,  $D/\mu$ , και για την ίδια τιμή του συντελεστού διασποράς,  $\sigma/\mu$ , παρατηρούμε ότι αυξανόμενου του συντελεστού αυτοσυσχέτισης,  $\rho$ , αυξάνεται και η ανηγμένη χωρητικότητα ταμειυτήρα,  $K/\sigma$ .

π.χ για  $\sigma/\mu = 0.2$ ,  $D/\mu = 0.90$  και  $\alpha = 95\%$

όταν  $\rho = 0.0$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 1.80$   
όταν  $\rho = 0.1$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 2.10$   
όταν  $\rho = 0.2$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 2.30$   
όταν  $\rho = 0.3$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 2.65$

3. Όταν ο τύπος της περιθώριας συνάρτησης κατανομής είναι η **λογαριθμοκανονική κατανομή, (Log-Normal)** :

- (α) Το διάστημα μεταβολής του συντελεστού διασποράς  $\sigma/\mu$  που εξετάσαμε, είναι από 0.1 μέχρι 1, και του συντελεστού αυτοσυσχέτισης,  $\rho_1$ , από 0 μέχρι 0.3.
- (β) Για δεδομένη τιμή της ανηγμένης χωρητικότητας  $K/\sigma$ , και δεδομένη τιμή της απόληψης  $D$ , (ή του βαθμού ρύθμισης  $D/\mu$ ), αυξανόμενου του συντελεστού διασποράς,  $\sigma/\mu$ , παρατηρείται μείωση της αξιοπιστίας ταμειυτήρα,  $\alpha$ , όταν η τιμή του συντελεστού αυτοσυσχέτισης,  $\rho$ , διατηρείται σταθερή.

π.χ για  $K/\sigma = 3$ ,  $D/\mu = 0.90$ , και  $\rho = 0.0$

όταν  $\sigma/\mu = 0.1$  η αξιοπιστία  $\alpha > 99.9\%$

όταν  $\sigma/\mu = 0.2$  η αξιοπιστία  $\alpha = 99.0\%$

όταν  $\sigma/\mu = 0.5$  η αξιοπιστία  $\alpha = 92.5\%$

όταν  $\sigma/\mu = 0.8$  η αξιοπιστία  $\alpha = 89.0\%$

όταν  $\sigma/\mu = 1.0$  η αξιοπιστία  $\alpha = 86.0\%$

- (γ) Για δεδομένη τιμή της ανηγμένης χωρητικότητας  $K/\sigma$ , και δεδομένη τιμή της απώλησης  $D$ , (ή του βαθμού ρύθμισης  $D/\mu$ ), αυξανόμενου του συντελεστού αυτοσυσχέτισης,  $\rho_1$ , από 0 μέχρι 0.3, παρατηρείται μείωση της αξιοπιστίας ταμειυτήρα,  $\alpha$ .

π.χ για  $K/\sigma = 3$ ,  $D/\mu = 0.90$  και  $\sigma/\mu = 0.1$

όταν  $\rho = 0.0$  η αξιοπιστία  $\alpha > 99.9\%$

όταν  $\rho = 0.1$  η αξιοπιστία  $\alpha > 99.9\%$

όταν  $\rho = 0.2$  η αξιοπιστία  $\alpha > 99.9\%$

όταν  $\rho = 0.3$  η αξιοπιστία  $\alpha = 99.82\%$

- (δ) Για δεδομένη τιμή της αξιοπιστίας,  $\alpha$ , και δεδομένη τιμή του βαθμού ρύθμισης,  $D/\mu$ , παρατηρούμε ότι αυξανόμενου του συντελεστού διασποράς,  $\sigma/\mu$ , αυξάνει και η τιμή της ανηγμένης χωρητικότητας ταμειυτήρα,  $K/\sigma$ , για τον ίδιο συντελεστή αυτοσυσχέτισης,  $\rho_1$ .

π.χ για  $D/\mu = 0.90$  και  $\alpha = 95\%$

όταν  $\sigma/\mu = 0.1$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 0.70$

όταν  $\sigma/\mu = 0.2$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 1.60$

- (ε) Για δεδομένη τιμή της αξιοπιστίας,  $\alpha$ , δεδομένη τιμή του βαθμού ρύθμισης,  $D/\mu$ , και για την ίδια τιμή του συντελεστού διασποράς,  $\sigma/\mu$ , παρατηρούμε ότι αυξανόμενου του συντελεστού αυτοσυσχέτισης,  $\rho$ , αυξάνεται και η ανηγμένη χωρητικότητα ταμειυτήρα,  $K/\sigma$ .

π.χ για  $\sigma/\mu = 0.2$ ,  $D/\mu = 0.90$  και  $\alpha = 95\%$

όταν  $\rho = 0.0$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 1.60$

όταν  $\rho = 0.1$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 1.80$

όταν  $\rho = 0.2$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 2.05$

όταν  $\rho = 0.3$  η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma = 2.30$

Μελετώντας την επίδραση των τριών περιθωρίων συναρτήσεων κατανομής στην αξιοπιστία και διαστασιολόγηση του ταμιευτήρα, παρατηρούμε ότι οι τρεις τύποι των κατανομών, (κανονική, λογαριθμική και γάμα), δεν δίνουν σημαντικές διαφορές στις τιμές των αποτελεσμάτων για την αξιοπιστία του ταμιευτήρα, όταν γίνονται παρόμοιοι συνδυασμοί μεταξύ των στατιστικών χαρακτηριστικών τους.

Η λογαριθμοκανονική κατανομή, όμως, παρουσιάζει διαφορετικά αποτελέσματα για την χωρητικότητα του ταμιευτήρα, από τα αποτελέσματα που δίνουν η κανονική κατανομή και η γάμα. Οι τιμές που δίνει η λογαριθμική κατανομή είναι λίγο διαφορετικές από τις τιμές που δίνουν οι δύο άλλες, αλλά αυτό διερευνάται αναλυτικότερα στο επόμενο κεφάλαιο.

## 6. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΕΙΣΡΟΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥΣ

### 6.1 Μοντέλο AR(1)

Εδώ, γίνεται μια σύγκριση αποτελεσμάτων, πάνω στην αξιοπιστία ταμειυτήρα, μεταξύ των τριών περιθωρίων συναρτήσεων κατανομής (Gauss, Gamma, Log-normal), για το μοντέλο αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης, AR(1). Δηλαδή, παρατηρούμε πως μεταβάλλονται η αξιοπιστία ταμειυτήρα  $\alpha$ , η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma$  και ο βαθμός ρύθμισης, ή απόληψη  $D/\mu$ , όταν μεταβάλλονται τα στατιστικά χαρακτηριστικά των τριών περιθωρίων συναρτήσεων κατανομής. Συγκεκριμένα :

Για δεδομένη τιμή του βαθμού ρύθμισης  $D/\mu$ , του συντελεστού διασποράς  $\sigma/\mu$  και της αξιοπιστίας  $\alpha$ , βλέπουμε πως μεταβάλλεται η ανηγμένη χωρητικότητα  $K/\sigma$ , όταν ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης  $\rho$ , των κατανομών, παίρνει τιμές απο 0 μέχρι 0.3.

Κατανομή	$\sigma/\mu=0.5, \rho=0.0, \alpha=95\%$		$\sigma/\mu=0.5, \rho=0.3, \alpha=95\%$	
	$D/\mu=0.920$	$D/\mu=0.780$	$D/\mu=0.920$	$D/\mu=0.780$
	$K/\sigma$	$K/\sigma$	$K/\sigma$	$K/\sigma$
Gauss	4.00	1.91	6.25	2.80
Gamma	4.20	1.70	8.20	2.80
Log-normal	4.20	1.45	7.00	2.20

Βλέπουμε, ότι και οι τρεις κατανομές, αυξανόμενου του συντελεστού αυτοσυσχετισής τους  $\rho$ , δίνουν μεγαλύτερους όγκους ταμειυτήρα. Συγκρίνοντας τις κατανομές μεταξύ τους, παρατηρούμε πως:

- (α) για μικρές τιμές των απολήψεων (π.χ  $D/\mu=0.780$ ) και συγκεκριμένες τιμές της αξιοπιστίας και του συντελεστού διασποράς, η λογαριθμοκανονική κατανομή δίνει μάλλον μικρότερες τιμές για την ανηγμένη χωρητικότητα του ταμειυτήρα ( $K/\sigma$ ) απο την κανονική και την γάμα.

(β) Για μεγάλες όμως τιμές των απολήψεων (π.χ  $D/\mu=0.920$ ) η λογαριθμοκανονική κατανομή δίνει μεγαλύτερες τιμές για την ανηγμένη χωρητικότητα του ταμιευτήρα από τις άλλες δύο κατανομές.

Για δεδομένες τιμές της ανηγμένης χωρητικότητας  $K/\sigma$ , των απολήψεων  $D/\mu$  και του συντελεστού διασποράς  $\sigma/\mu$ , παρατηρούμε μείωση της αξιοπιστίας ταμιευτήρα  $\alpha$ , αυξανόμενου του συντελεστή αυτοσυσχέτισης  $\rho$ .

Για μικρότερους βαθμούς ρύθμισης (απολήψεις), παρατηρούμε ότι η λογαριθμοκανονική κατανομή (Log-Normal), δίνει μικρότερες τιμές για την ανηγμένη χωρητικότητα του ταμιευτήρα, σε σχέση με την κανονική και την γάμα κατανομή, που δίνουν σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, όταν η τιμή της απόληψης είναι μέχρι 0.90, για δεδομένη τιμή της αξιοπιστίας ταμιευτήρα, η λογαριθμική κατανομή δίνει μικρότερους όγκους ταμιευτήρα, από την κανονική και την γάμα κατανομή, όταν διατηρούνται ίδια τα στατιστικά χαρακτηριστικά τους, που είναι, ο συντελεστής διασποράς,  $\sigma/\mu$  και ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης,  $\rho$ .

Για μεγαλύτερες τιμές της αξιοπιστίας ταμιευτήρα, και διατηρώντας τα ίδια στατιστικά χαρακτηριστικά των κατανομών, παρατηρούμε, πως και πάλι η λογαριθμοκανονική κατανομή δίνει μικρότερους όγκους από την κανονική και την γάμα κατανομή. Αυξανόμενης όμως της αξιοπιστίας, όπως θα περιμέναμε άλλωστε και οι τρεις κατανομές δίνουν μεγαλύτερες τιμές για την χωρητικότητα του ταμιευτήρα.

Για μικρές τιμές της αξιοπιστίας του ταμιευτήρα, (π.χ. 80%), και της απόληψης (μέχρι 0.90), παρατηρούμε πως οι τιμές που δίνουν για την χωρητικότητα, η κανονική κατανομή και η λογαριθμοκανονική κατανομή σχεδόν ταυτίζονται. Για μεγαλύτερες τιμές, όμως, όπως αναφέρθηκε, η λογαριθμική κατανομή δίνει μικρότερες τιμές για την ανηγμένη χωρητικότητα του ταμιευτήρα.

Η γάμα κατανομή, τώρα σε σχέση με την κανονική κατανομή, για τιμές της αξιοπιστίας μέχρι 95%, και τιμές της απόληψης μέχρι 0.85, δίνει τιμές για την χωρητικότητα του ταμιευτήρα, μικρότερες ή ίσες με τις τιμές που δίνει η κανονική κατανομή. Αυξανόμενων, όμως, των τιμών, τόσο της αξιοπιστίας όσο και της απόληψης, η γάμα κατανομή δίνει μεγαλύτερες τιμές για την χωρητικότητα του ταμιευτήρα, σε σχέση με την κανονική κατανομή.



Παρατηρούμε, επίσης, ότι για δεδομένες τιμές της ανηγμένης χωρητικότητας  $K/\sigma$  και του βαθμού ρύθμισης  $D/\mu$ , αυξανόμενων των συντελεστών διασποράς  $\sigma/\mu$  και αυτοσυσχέτισης  $\rho$ , μειώνεται η αξιοπιστία  $\alpha$ . Η λογαριθμοκανονική κατανομή, δίνει και πάλι μικρότερους όγκους σε σχέση με την κανονική και την γάμα κατανομή.

Κατανομή	$\sigma/\mu=0.5, D/\mu=0.90, \alpha=99\%$		$\sigma/\mu=0.5, D/\mu=0.90, \alpha=95\%$	
	$\rho=0.0$	$\rho=0.3$	$\rho=0.0$	$\rho=0.3$
	$K/\sigma$	$K/\sigma$	$K/\sigma$	$K/\sigma$
Gauss	6.55	10.75	3.50	5.38
Gamma	7.00	14.40	3.65	6.70
Log-normal	7.30	10.30	3.55	5.70

Παρατηρούμε εδώ, πως η λογαριθμοκανονική κατανομή για την συγκεκριμένη τιμή της απόληψης ( $D/\mu=0.90$ ), αρχίζει να δίνει μεγαλύτερες τιμές για την ανηγμένη χωρητικότητα ταμιευτήρα, από την κανονική και την γάμα κατανομή, όταν η τιμή του συντελεστού διασποράς  $\sigma/\mu$  είναι σχετικά μεγάλη. ( $\sigma/\mu=0.5$ ).

Για μικρότερη τιμή του συντελεστή διασποράς,  $\sigma/\mu=0.2$ , και τιμές αξιοπιστίας 80%, 90% και 95%, τα αποτελέσματα που δίνουν οι τρεις κατανομές, παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες :

(1)

Απολήψεις $D/\mu$	$\alpha = 80\% \quad \sigma/\mu = 0.2 \quad \rho = 0.0$		
	Ανηγ/νη Χωρητ/τα $K/\sigma$		
	Gauss	Gamma	Log-normal
0.85	0.10	0.15	0.11
0.90	0.50	0.55	0.52
0.95	1.05	1.10	1.10
1.00	2.25	2.50	2.50

(2)

Απολήψεις D/μ	α = 90% σ/μ = 0.2 ρ = 0.0		
	Ανηγ/νη Χωρητ/τα Κ/σ		
	Gauss	Gamma	Log-normal
0.80	0.30	0.30	0.25
0.85	0.65	0.65	0.55
0.90	1.11	1.15	1.05
0.95	2.05	2.05	2.00
1.00	5.65	6.15	6.35

(3)

Απολήψεις D/μ	α = 95% σ/μ = 0.2 ρ = 0.0		
	Ανηγ/νη Χωρητ/τα Κ/σ		
	Gauss	Gamma	Log-normal
0.75	0.40	0.35	0.20
0.80	0.70	0.65	0.52
0.85	1.12	1.05	0.90
0.90	1.80	1.70	1.60
0.95	3.20	3.10	3.10
1.00	10.85	12.60	>15

(4)

Απολήψεις D/μ	α = 80% σ/μ = 0.2 ρ = 0.1		
	Ανηγγ/νη Χωρητ/τα Κ/σ		
	Gauss	Gamma	Log-normal
0.85	0.10	0.15	0.15
0.90	0.55	0.60	0.55
0.95	1.10	1.20	1.20
1.00	2.45	2.90	3.00

(5)

Απολήψεις D/μ	α = 90% σ/μ = 0.2 ρ = 0.1		
	Ανηγγ/νη Χωρητ/τα Κ/σ		
	Gauss	Gamma	Log-normal
0.80	0.30	0.35	0.25
0.85	0.70	0.70	0.60
0.90	1.20	1.25	1.15
0.95	2.25	2.45	2.25
1.00	6.40	7.80	7.25

(6)

Απολήψεις D/μ	α = 95% σ/μ = 0.2 ρ = 0.1		
	Ανηγ/νη Χωρητ/τα Κ/σ		
	Gauss	Gamma	Log-normal
0.75	0.40	0.35	0.20
0.80	0.75	0.70	0.58
0.85	1.25	1.25	1.00
0.90	2.00	2.05	1.80
0.95	3.65	3.90	3.50
1.00	12.10	>15	15.00

## 6.2 Σύγκριση των τριών μοντέλων εισροής

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζεται μια συγκριτική, ποσοτική επίδραση των χαρακτηριστικών της εισροής και των τριών μοντέλων στην αξιοπιστία ταμιευτήρα. Ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία :

- (α) Για δεδομένη τιμή της τυπικής απόκλισης  $\sigma$ , χρησιμοποιούμε πρώτα το FFGN μοντέλο εισροής, για συντελεστή Hurst  $h=0.65$ . Μ'αυτό το μοντέλο παράγουμε μια χρονοσειρά, η οποία έχει τα εξής χαρακτηριστικά : μέση τιμή,  $\mu=1.0$ , συντελεστές αυτοσυσχέτισης,  $\rho_1=0.25$ ,  $\rho_2=0.12$  και τυπική απόκλιση,  $\sigma=0.2$ .
- (β) Χρησιμοποιούμε το μοντέλο εισροής AR(1), με τύπο περιθώριας συνάρτησης κατανομής, την κανονική κατανομή, (Gauss), για την παραγωγή νέας χρονοσειράς, παίρνοντας για συντελεστή αυτοσυσχέτισης τον  $\rho_1$  που μας έδωσε η προηγούμενη δοκιμή, (κι'αυτό γιατί το μοντέλο AR(1) δεν διατηρεί και τον δεύτερο συντελεστή αυτοσυσχέτισης,  $\rho_2$ ). Και εδώ, η τυπική απόκλιση έχει την ίδια τιμή,  $\sigma=0.2$ .

- (γ) Παράγουμε μια νέα χρονοσειρά, με χρήση τώρα του μοντέλου ARMA(1,1), το οποίο διατηρεί και τους δυο συντελεστές αυτοσυσχέτισης  $\rho_1$  και  $\rho_2$  από την πρώτη δοκιμή. Η τυπική απόκλιση έχει πάλι την ίδια τιμή,  $\sigma=0.2$ .

Εγιναν άλλες δύο δοκιμές, για τιμές της τυπικής απόκλισης  $\sigma=0.1$  και  $\sigma=0.4$ . Τα αποτελέσματα αυτών των συγκρίσεων παρουσιάζονται και εδώ υπο μορφή καμπυλών χωρητικότητας - ζήτησης - αξιοπιστίας, για βαθμούς αξιοπιστίας ταμιευτήρα από 80% μέχρι 99.9%.

Οι παρατηρήσεις που γίνονται εδώ είναι :

- (1) Για αξιοπιστία ταμιευτήρα μέχρι 95%, δεν παρατηρούνται σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ των τριών μοντέλων εισροής, AR(1), ARMA(1,1) και FFGN.
- (2) Όταν η τυπική απόκλιση είναι  $\sigma=0.2$ , παρατηρούμε ότι το μοντέλο AR(1), για τιμές της αξιοπιστίας  $\alpha > 95\%$  αρχίζει να αποκλίνει από τα άλλα δύο, το FFGN και το ARMA(1,1). Το μοντέλο ARMA(1,1) αρχίζει να αποκλίνει σημαντικά από το FFGN για τιμές αξιοπιστίας  $\alpha > 99.5\%$ .
- (3) Όταν η τυπική απόκλιση είναι  $\sigma=0.1$ , το μοντέλο AR(1) αρχίζει να αποκλίνει από τα FFGN και ARMA(1,1), για τιμές αξιοπιστίας  $\alpha > 98\%$ . Ενώ το μοντέλο ARMA(1,1), αποκλίνει από το FFGN, για τιμές της αξιοπιστίας  $\alpha > 99.5\%$ .

Μοντέλο εισοχής	$\sigma = 0.2, D/\mu = 0.95$		
	$\alpha=80\%$	$\alpha=90\%$	$\alpha=95\%$
	K/ $\sigma$	K/ $\sigma$	K/ $\sigma$
FFGN	1.10	2.90	5.50
AR(1)	1.15	2.80	4.90
ARMA(1,1)	1.15	3.05	5.40

- (4) Όταν η τυπική απόκλιση είναι  $\sigma=0.4$ , το μοντέλο AR(1) αρχίζει να αποκλίνει από τα FFGN και ARMA(1,1), για τιμές αξιοπιστίας  $\alpha > 90\%$ . Ενώ το μοντέλο εισροής ARMA(1,1), αποκλίνει από το FFGN, για τιμές της αξιοπιστίας  $\alpha > 95\%$ .
- (5) Για δεδομένες τιμές της αξιοπιστίας ταμειυτήρα  $\alpha$ , και του βαθμού ρύθμισης  $D/\mu$ , αυξανόμενης της τυπικής απόκλισης  $\sigma$ , αυξάνει και η τιμή της ανηγμένης χωρητικότητας  $K/\sigma$ .

Μοντέλο εισροής	$\alpha = 90\% , D/\mu = 0.95$		
	$\sigma=0.1$	$\sigma=0.2$	$\sigma=0.4$
	$K/\sigma$	$K/\sigma$	$K/\sigma$
FFGN	1.50	2.90	4.75
AR(1)	1.40	2.80	4.20
ARMA(1,1)	1.50	3.05	4.65

### 6.3 Σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα διαγράμματα των : Pleschkow και Pegrat

Στην στοχαστική μεθοδολογία του Pegrat, χρησιμοποιείται η πιθανότητα εκκένωσης του ταμιευτήρα και η μέση περίοδος εκκένωσης, αντίστοιχη με την περίοδο επαναφοράς, που είναι ο μέσος χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών εκκενώσεων του ταμιευτήρα. Η μέση περίοδος εκκένωσης  $m_{00}$  ισούται με:  $1/(1-\alpha)$  και είναι συνάρτηση :

$$(1) \text{ της παραμέτρου } C = \frac{V}{\sigma}$$

$$(2) \text{ της παραμέτρου } E = \frac{\mu - D}{\sigma}$$

(3) του τύπου της στατιστικής κατανομής των εισροών και της αυτοσυσχέτισης των τελευταίων.

όπου : V ο ωφέλιμος όγκος του ταμιευτήρα  
D η παροχή απόληψης  
 $\mu$  η μέση τιμή των καθαρών εισροών  
 $\sigma$  η τυπική απόκλιση των καθαρών εισροών

(4) της αξιοπιστίας  $\alpha$ , του ταμιευτήρα

Στο διάγραμμα του Pegrat ισχύει η υπόθεση ότι οι ετήσιες εισροές είναι ανεξάρτητες τυχαίες μεταβλητές με κανονική κατανομή.

Απο τα διαγράμματα του Pleschkow, για συγκεκριμένες τιμές αξιοπιστίας και του συντελεστού διασποράς, βλέπουμε πως μεταβάλλεται η χωρητικότητα του ταμιευτήρα για δεδομένες τιμές των απολήψεων.

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στα διαγράμματα του Pleschkow είναι :

(1) η παράμετρος αξιοπιστίας  $p$

$$(2) \quad \eta \text{ παράμετρος } \beta = \frac{S}{M_s}$$

$$(3) \quad \eta \text{ παράμετρος } a = \frac{Q_{\min}}{MQ}$$

$$(4) \quad \eta \text{ παράμετρος } C_v = \frac{\{\sum(Q-MQ)^2/(n-1)\}^{1/2}}{MQ}$$

όπου : S ο ωφέλιμος όγκος του ταμιευτήρα

$M_s$  η μέση τιμή των ετήσιων εισροών

p η αξιοπιστία του ταμιευτήρα

$Q_{\min}$  η ελάχιστη ετήσια απόληψη

MQ η μέση ετήσια παροχή

$C_v$  η τυπική απόκλιση των ετήσιων εισροών

Οι τιμές της αξιοπιστίας του ταμιευτήρα, στα διαγράμματα του Pleschkow, είναι : p = 75%, 80%, 85%, 90%, 95% και 97%. Οι συγκρίσεις που γίνονται εδώ, είναι για τις τιμές της αξιοπιστίας p : 80%, 90% και 95%.

Το πεδίο που γίνονται οι συγκρίσεις στις τιμές των απολήψεων, από τα διαγράμματα του Pleschkow, είναι από 0.75 μέχρι 0.90.

Οι συγκριτικοί πίνακες είναι :



Απολήψεις D/μ	$\alpha = 80\%$ $\sigma/\mu = 0.5$ $\rho = 0.0$				
	Ανηγγμένη Χωρητικότητα K/σ				
	Pleschkow	Pegram	Gauss	Gamma	Log-normal
0.75	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
0.80	0.70	0.70	0.70	0.72	0.70
0.85	1.00	0.98	0.90	1.00	0.90
0.90	1.30	1.30	1.20	1.35	1.20
0.95	—	1.70	1.60	1.95	1.85
1.00	—	2.40	2.20	2.85	3.00

Απολήψεις D/μ	$\alpha = 90\%$ $\sigma/\mu = 0.5$ $\rho = 0.0$				
	Ανηγγμένη Χωρητικότητα K/σ				
	Pleschkow	Pegram	Gauss	Gamma	Log-normal
0.75	0.96	1.18	1.15	1.00	0.80
0.80	1.30	1.48	1.45	1.38	1.05
0.85	1.80	1.85	1.80	1.80	1.52
0.90	2.46	2.40	2.20	2.48	2.35
0.95	—	3.10	3.05	3.65	3.55
1.00	—	—	5.20	6.30	7.70

Απολήψεις D/μ	α = 95%     σ/μ = 0.5     ρ = 0.0				
	Ανηγγμένη Χωρητικότητα K/σ				
	Pleschkow	Pegram	Gauss	Gamma	Log-normal
0.75	1.40	1.85	1.70	1.40	1.10
0.80	1.84	2.28	2.05	1.90	1.65
0.85	2.56	2.90	2.60	2.60	2.35
0.90	3.64	3.90	3.50	3.65	3.55
0.95	—	—	5.10	5.58	6.05
1.00	—	—	10.55	13.40	—

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Τα αποτελέσματα απο τις τρεις κατανομές που χρησιμοποιήθηκαν για την διαστασιολόγηση και την αξιοπιστία του ταμιευτήρα, δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Απο την διερεύνηση που έγινε μεταξύ των στατιστικών χαρακτηριστικών των κατανομών, συμπεραίνουμε ότι :
  - (α) Αύξηση του συντελεστού διασποράς,  $\sigma/\mu$ , απο 0.1 μέχρι 1.0, συνεπάγεται αύξηση της χωρητικότητας του ταμιευτήρα,  $K/\sigma$  και μείωση της αξιοπιστίας του,  $\alpha$ , για δεδομένη τιμή της απόληψης,  $D$ .
  - (β) Αύξηση του συντελεστού αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης,  $\rho_1$ , απο 0.0 μέχρι 0.3, συνεπάγεται αύξηση της χωρητικότητας του ταμιευτήρα,  $K/\sigma$  και μείωση της τιμής της αξιοπιστίας του,  $\alpha$ , για δεδομένη τιμή της απόληψης,  $D$ .
2. Απο τις διερευνήσεις που έγιναν, υπάρχουν ενδείξεις, ότι η λογαριθμοκανονική κατανομή, (Log-Normal), παρουσιάζει κάποιες διαφορές απο τις άλλες δύο κατανομές, (κανονική και γάμα). Οι διαφορές αυτές παρατηρήθηκαν για κάποιες συγκεκριμένες τιμές : της αξιοπιστίας του ταμιευτήρα, του συντελεστού διασποράς,  $\sigma/\mu$ , του συντελεστού αυτοσυσχέτισης,  $\rho_1$ , καθώς επίσης, για ένα ορισμένο πεδίο μεταβολής της απόληψης  $D$ . Συγκεκριμένα :
  - (α) Παρατηρήθηκε, ότι για τιμή της αξιοπιστίας 80%, και μεγάλο σχετικά συντελεστή διασποράς,  $\sigma/\mu=0.5$ , η λογαριθμοκανονική κατανομή, για απολήψεις που μεταβάλλονται στο διάστημα, 0.75 μέχρι 0.90, δίνει μικρότερες τιμές όγκου, για τον μεμονωμένο ταμιευτήρα, απ'ότι δίνουν η κανονική και η γάμα. Προυπόθεση, βέβαια, είναι να διατηρούνται ίδιες οι τιμές του συντελεστού διασποράς,  $\sigma/\mu$  και του συντελεστού αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης,  $\rho_1$  και για τις τρεις κατανομές. Όταν όμως το πεδίο μεταβολής των απολήψεων είναι, απο 0.90 μέχρι 1.00, παρατηρούμε ότι για τον συγκεκριμένο συντελεστή διασποράς,  $\sigma/\mu=0.5$ , η λογαριθμοκανονική κατανομή δίνει μεγαλύτερους όγκους ταμιευτήρα, απο την κανονική κατανομή.

- (β) Για μεγαλύτερες τιμές της αξιοπιστίας του ταμειυτήρα, (π.χ.  $\alpha=90\%$  και  $\alpha=95\%$ ), παρατηρούμε απο τις διερευνήσεις που έγιναν, ότι η λογαριθμοκανονική κατανομή δίνει, μάλλον, μικρότερους όγκους ταμειυτήρα, συγκρινόμενη με την κανονική, όταν : i) οι τιμές του συντελεστού διασποράς είναι,  $\sigma/\mu = 0.2$ , ii) το πεδίο μεταβολής των απολήψεων είναι απο 0.75 μέχρι 0.90, ή και μέχρι 0.95 και iii) ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης και για τις δύο κατανομές,  $\rho_1$ , είναι ο ίδιος. Όταν οι τιμές της απόληψης είναι, απο 0.90 μέχρι 1.00, η λογαριθμοκανονική κατανομή, για δεδομένη τιμή, πάλι, της αξιοπιστίας,  $\alpha$ , δίνει μεγαλύτερους όγκους ταμειυτήρα, απο την κανονική και την γάμα κατανομή, με την προϋπόθεση να διατηρούνται ίδια τα στατιστικά χαρακτηριστικά και των τριών κατανομών.

3. Μελετώντας τα αποτελέσματα της γάμα κατανομής, παρατηρούμε ότι :

- (α) Σε σχέση με την κανονική κατανομή, για μικρό συντελεστή διασποράς,  $\sigma/\mu=0.2$  και για συγκεκριμένες τιμές της αξιοπιστίας του ταμειυτήρα, η γάμα κατανομή μάλλον ταυτίζεται με την κανονική κατανομή. Οι διαφορές που παρατηρούνται στους όγκους, μεταξύ των δύο κατανομών, είναι πολύ μικρές. Υπάρχουν μερικά διαστήματα μεταβολής των απολήψεων στα οποία η γάμα δίνει λίγο μεγαλύτερους όγκους ταμειυτήρα, χωρίς όμως να μπορεί να γενικευτεί, αυτό, σαν συμπέρασμα.
- (β) Όταν ο συντελεστής διασποράς,  $\sigma/\mu$ , είναι 0.5, συγκρίνοντας την γάμα κατανομή με την κανονική, παρατηρούμε ότι για δεδομένη τιμή της αξιοπιστίας,  $\alpha$  και για τιμές της απόληψης στο διάστημα 0.75 μέχρι 0.80, η γάμα κατανομή, δίνει μικρότερες τιμές για την χωρητικότητα του ταμειυτήρα. Όταν οι απολήψεις, όμως, είναι στο διάστημα 0.80 μέχρι 1.00, οι τιμές της γάμα κατανομής για την ανηγμένη χωρητικότητα του ταμειυτήρα, είναι μεγαλύτερες απο τις αντίστοιχες της κανονικής κατανομής.
- (γ) Συγκρινόμενη με την λογαριθμοκανονική κατανομή, για τιμές της απόληψης στο διάστημα απο 0.75 μέχρι 0.95, η γάμα κατανομή δίνει, μάλλον, μεγαλύτερους, ή ίσους, όγκους ταμειυτήρα, απο την λογαριθμική κατανομή. Υπάρχει η ένδειξη, πως για απολήψεις

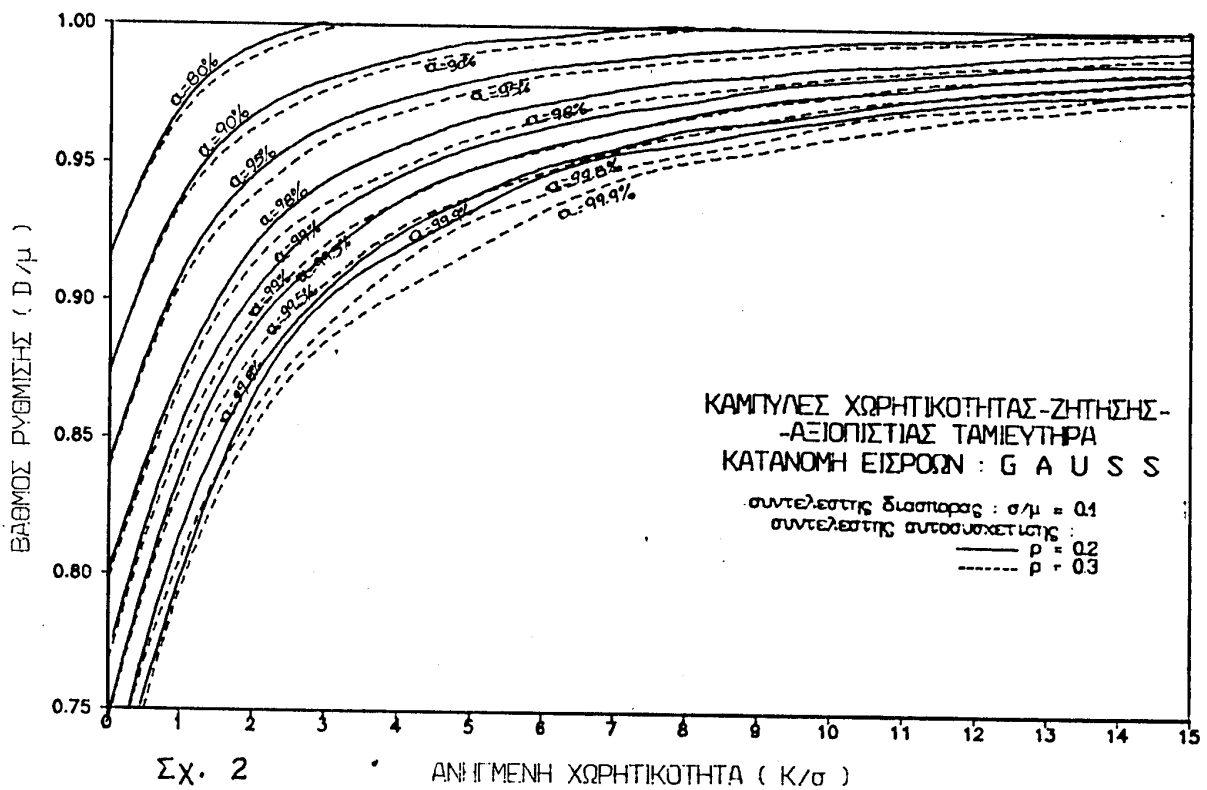
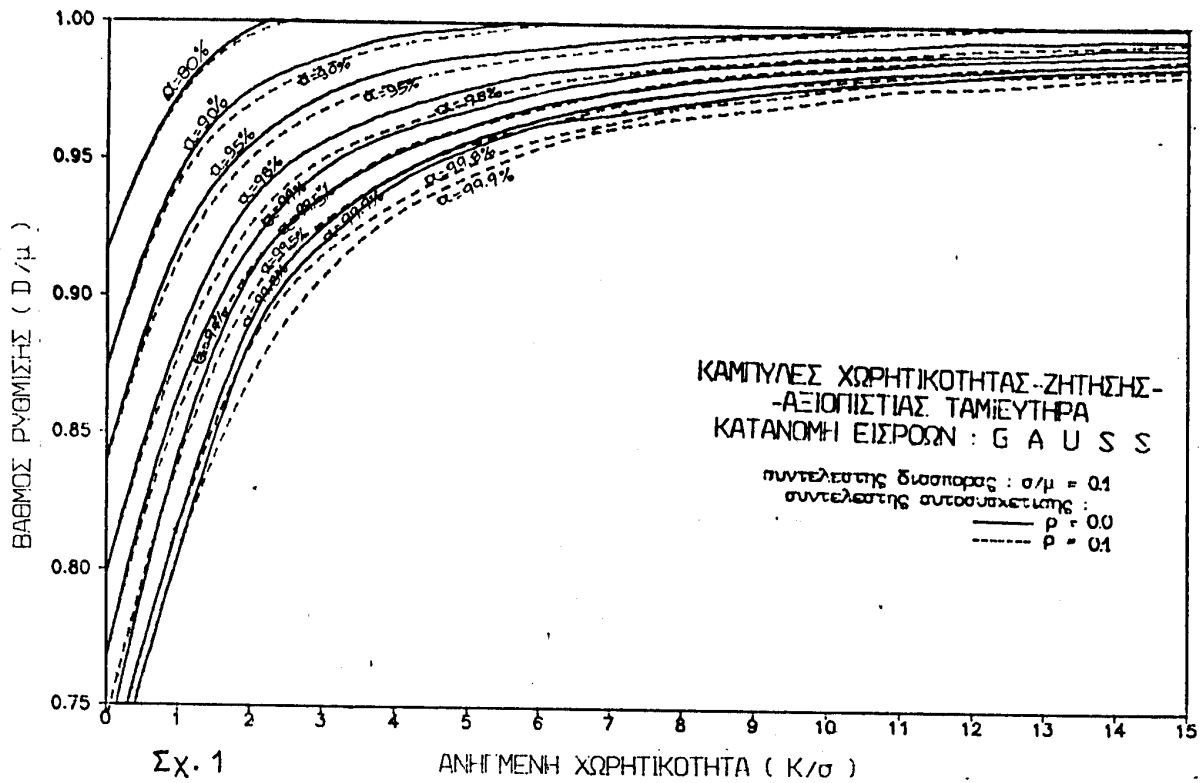
μεγαλύτερες από 0.95 η γάμα κατανομή δίνει, μάλλον, μικρότερους όγκους ταμειυτήρα, από την λογαριθμοκανονική, για συγκεκριμένες τιμές της αξιοπιστίας και των στατιστικών χαρακτηριστικών των κατανομών. Για απολήψεις μεγαλύτερες από την τιμή 0.95, θα μπορούσαμε να πούμε πως η γάμα δίνει μικρότερους όγκους από την λογαριθμική κατανομή.

4. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας, με τα αποτελέσματα της μελέτης των : Pegram και Pleschcow, συμπεραίνουμε ότι :
- (α) Για μικρή τιμή της αξιοπιστίας,  $\alpha$ , (π.χ. 80%) και τιμές της απόληψης στο διάστημα 0.75 μέχρι 0.85, οι τιμές για την χωρητικότητα του ταμειυτήρα, σχεδόν ταυτίζονται. Για μεγαλύτερες τιμές απολήψεων όμως, (από 0.85 μέχρι 1.00), υπάρχουν μικρές διαφορές στις τιμές της χωρητικότητας.
  - (β) Για μεγαλύτερες τιμές της αξιοπιστίας,  $\alpha$ , τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας, συγκρινόμενα με τα αποτελέσματα των Pegram και Pleschcow, παρουσιάζουν μικρές αποκλίσεις από αυτά και παρατηρείται μια τάση να πλησιάζουν περισσότερο τα αποτελέσματα της μελέτης του Pegram.

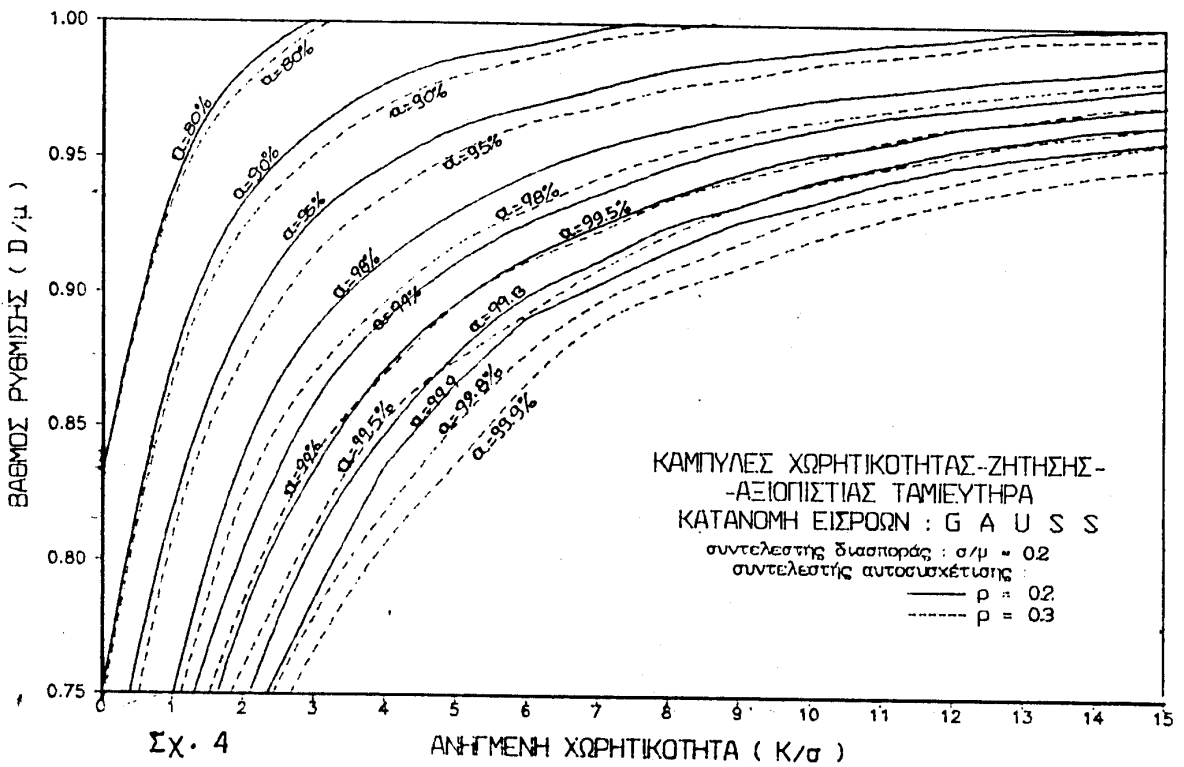
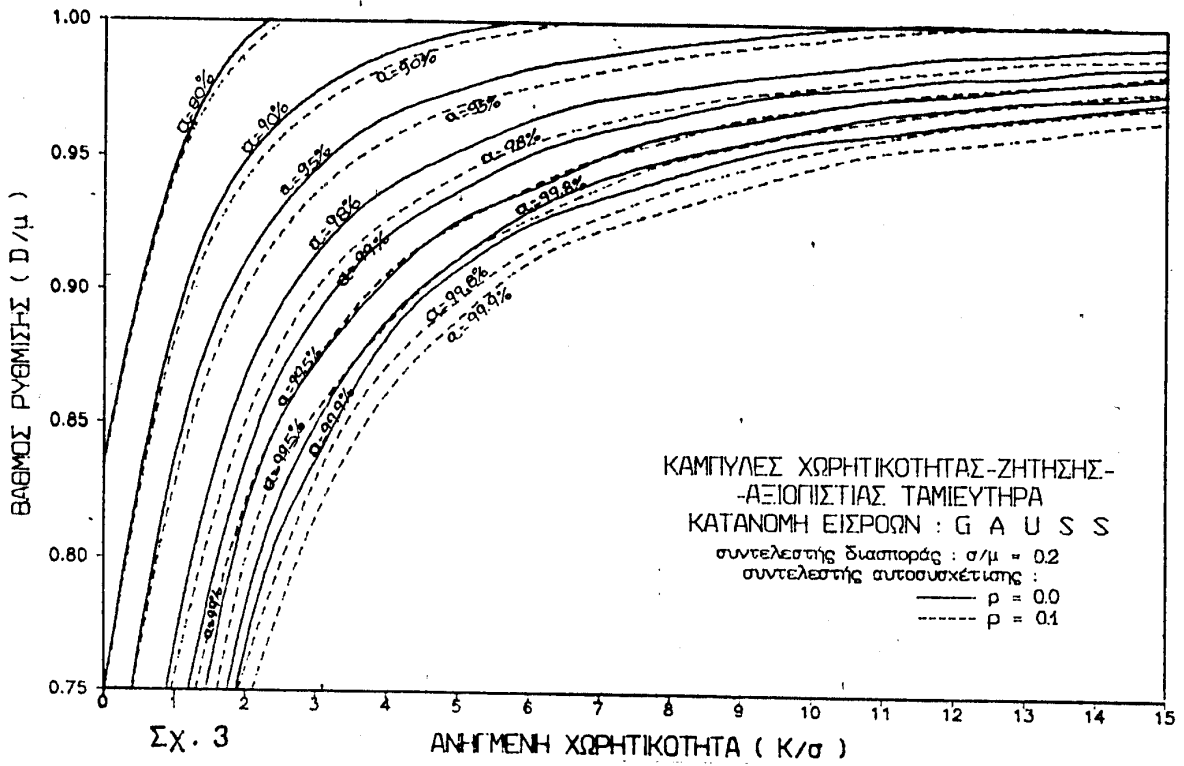
# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

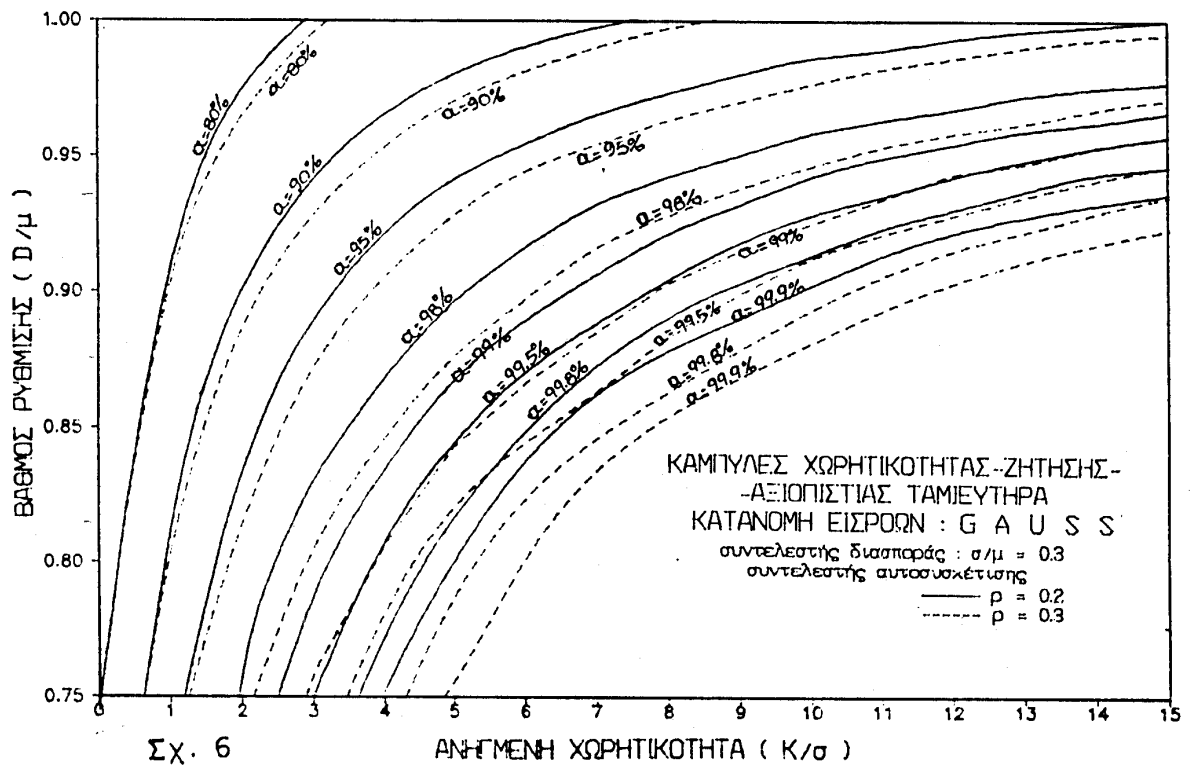
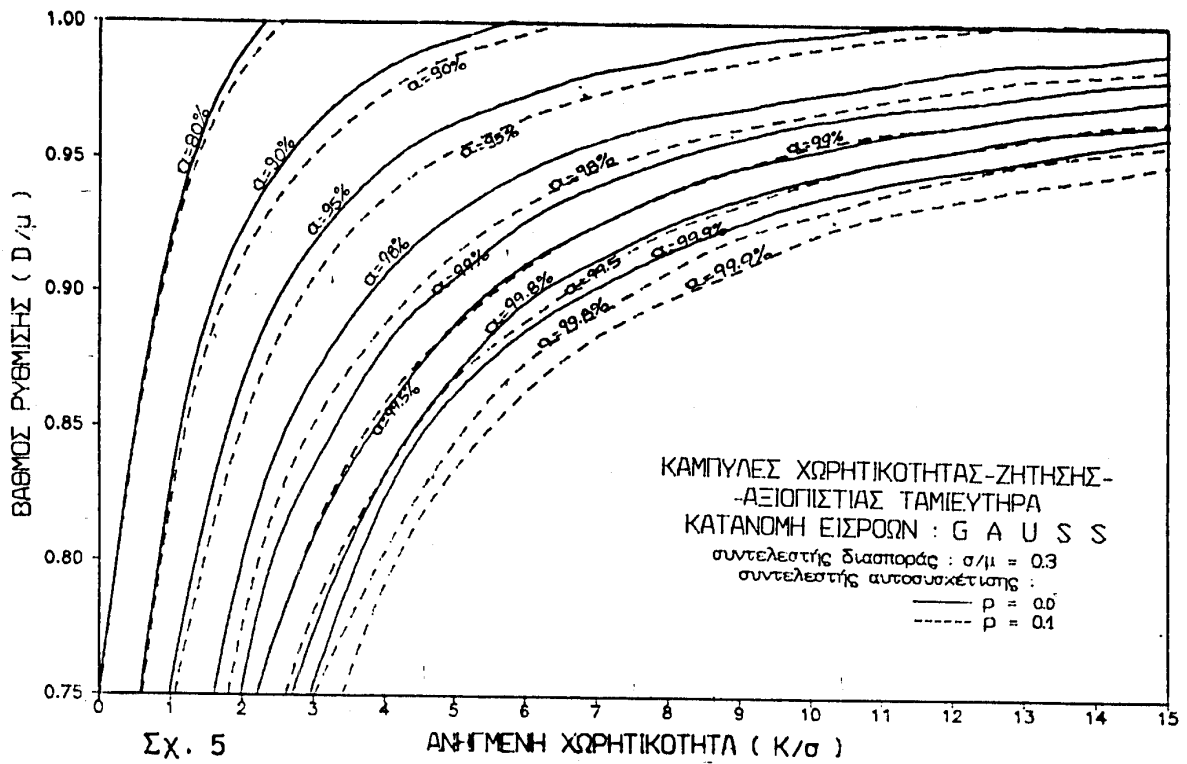
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ-ΠΙΝΑΚΕΣ

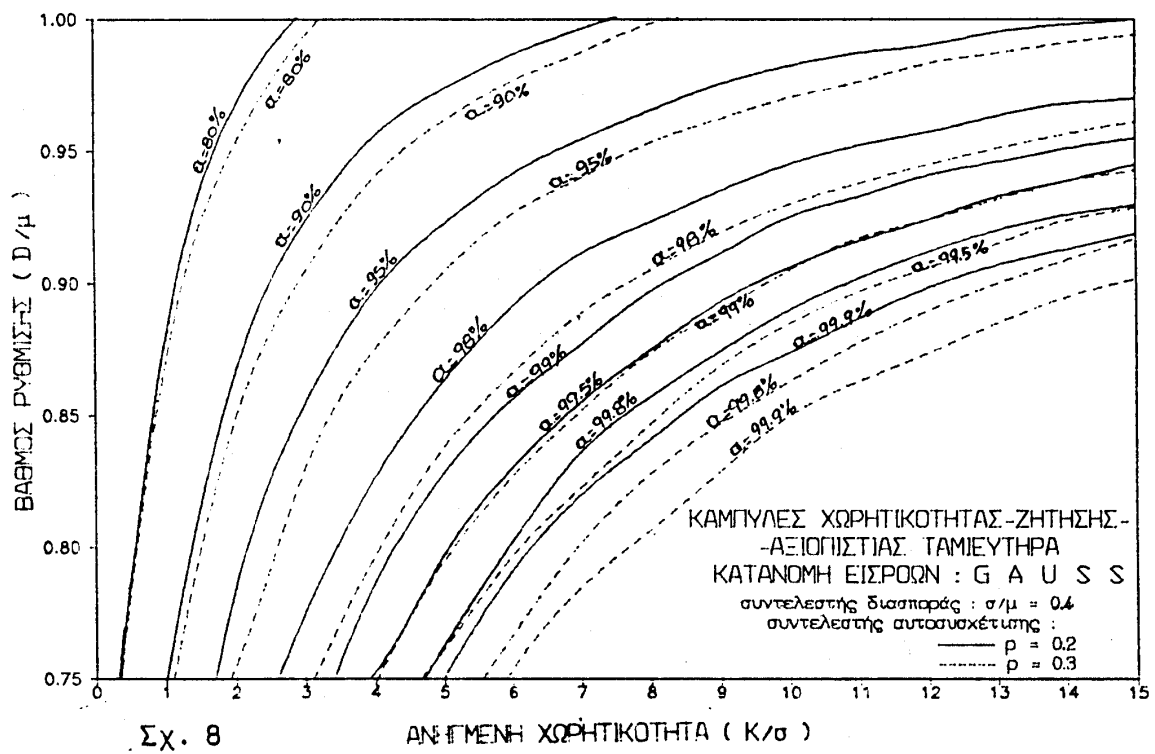
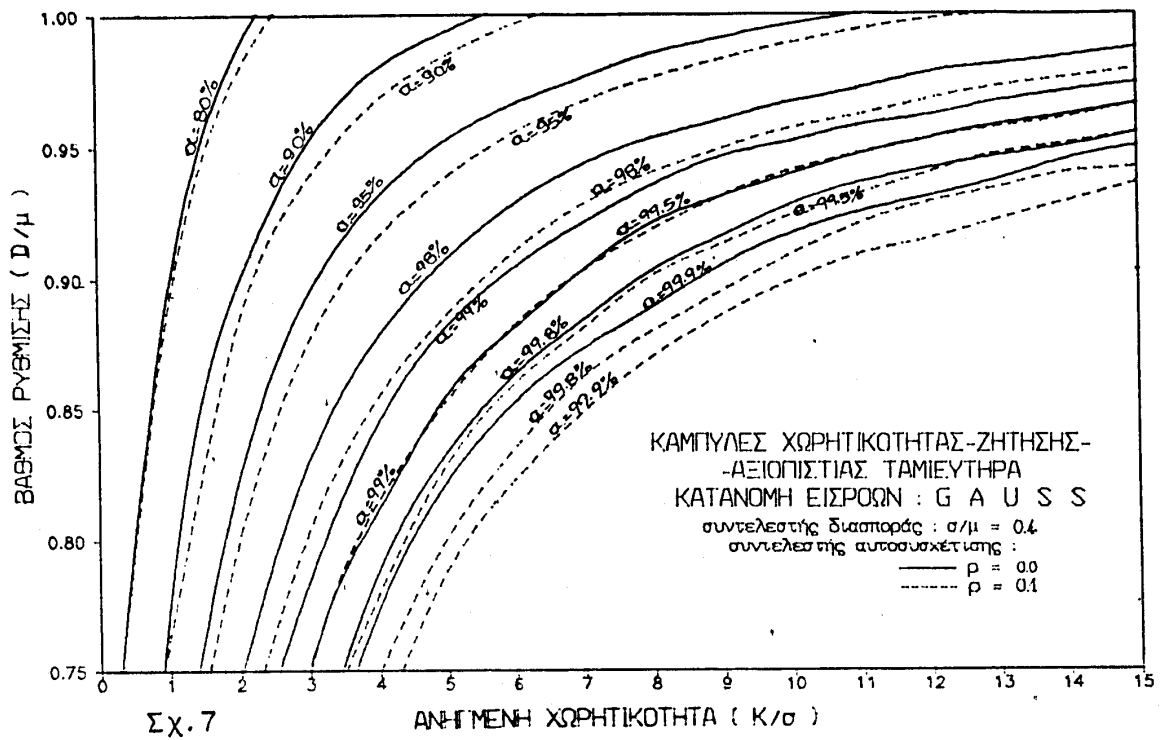


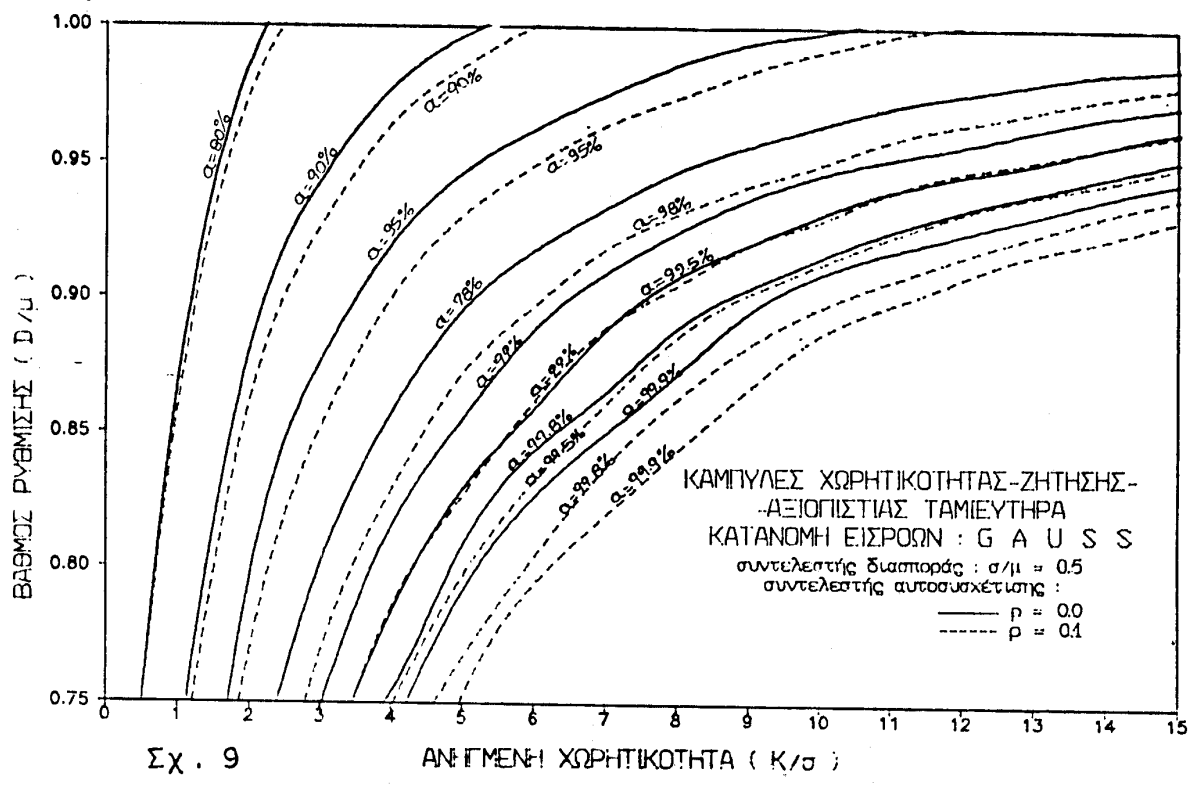






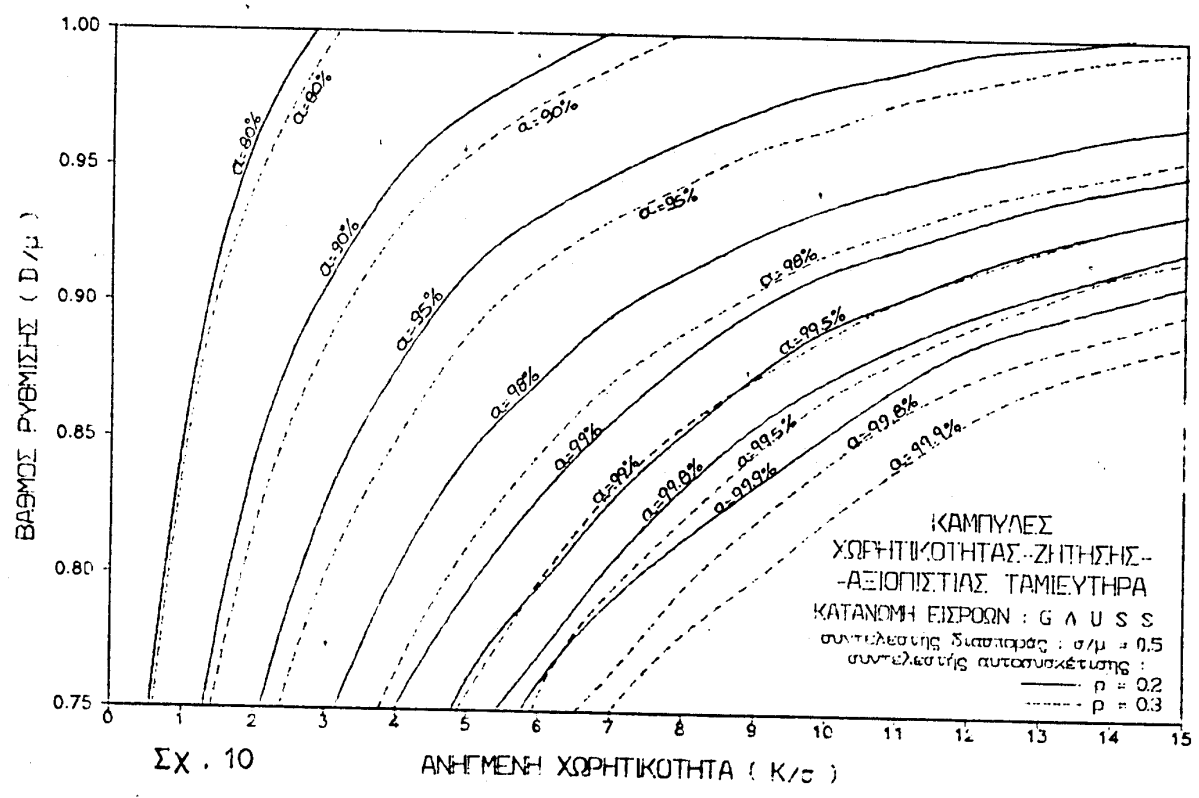






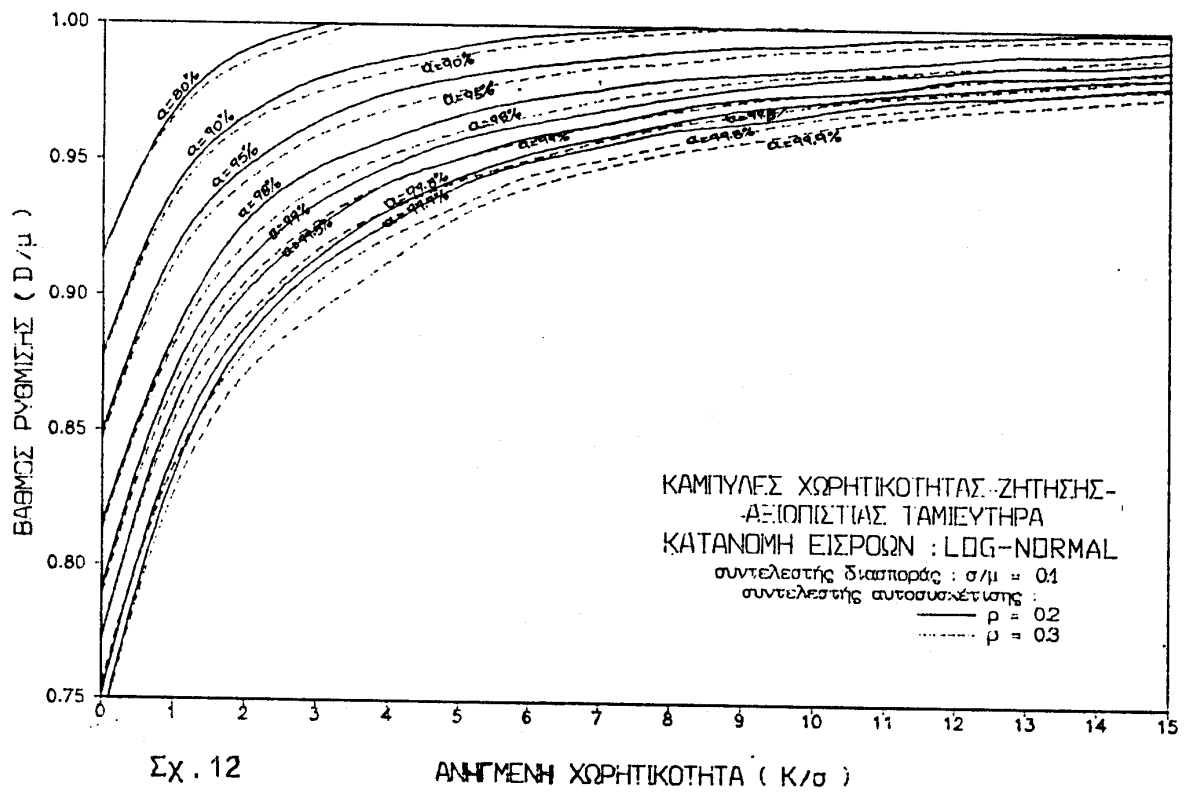
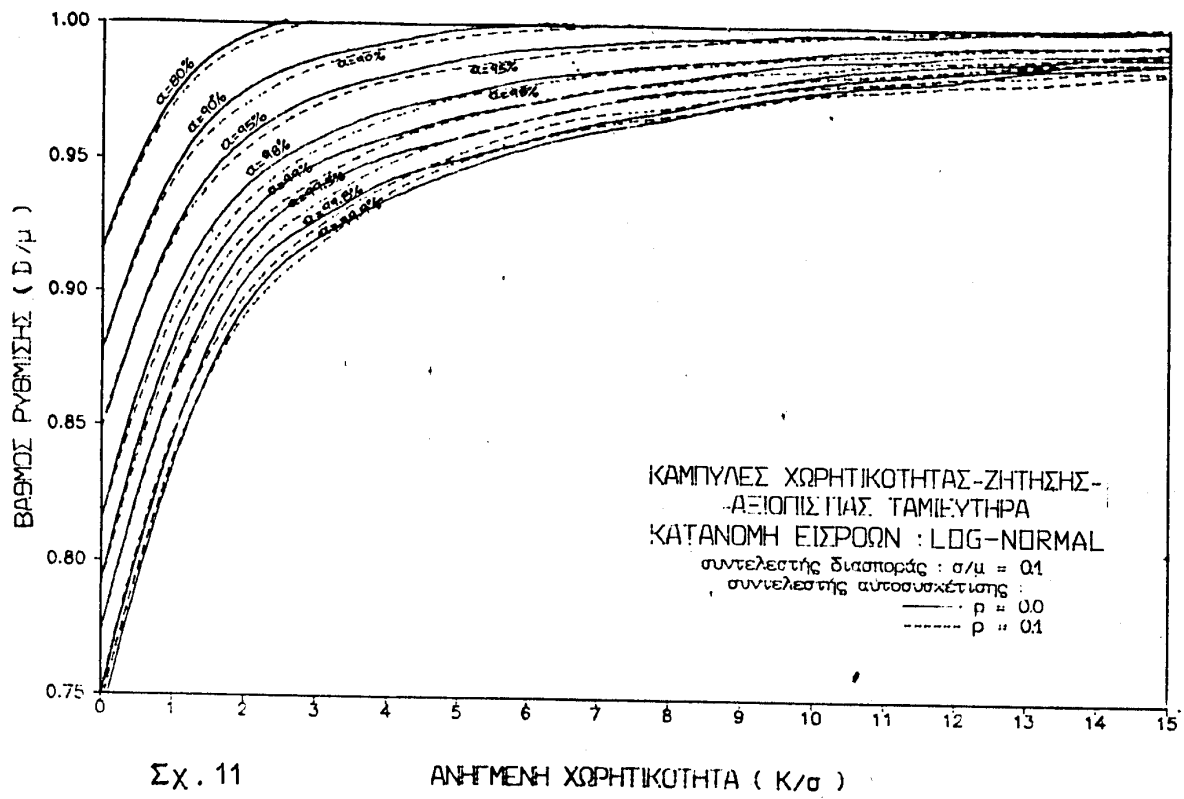
ΣΧ. 9

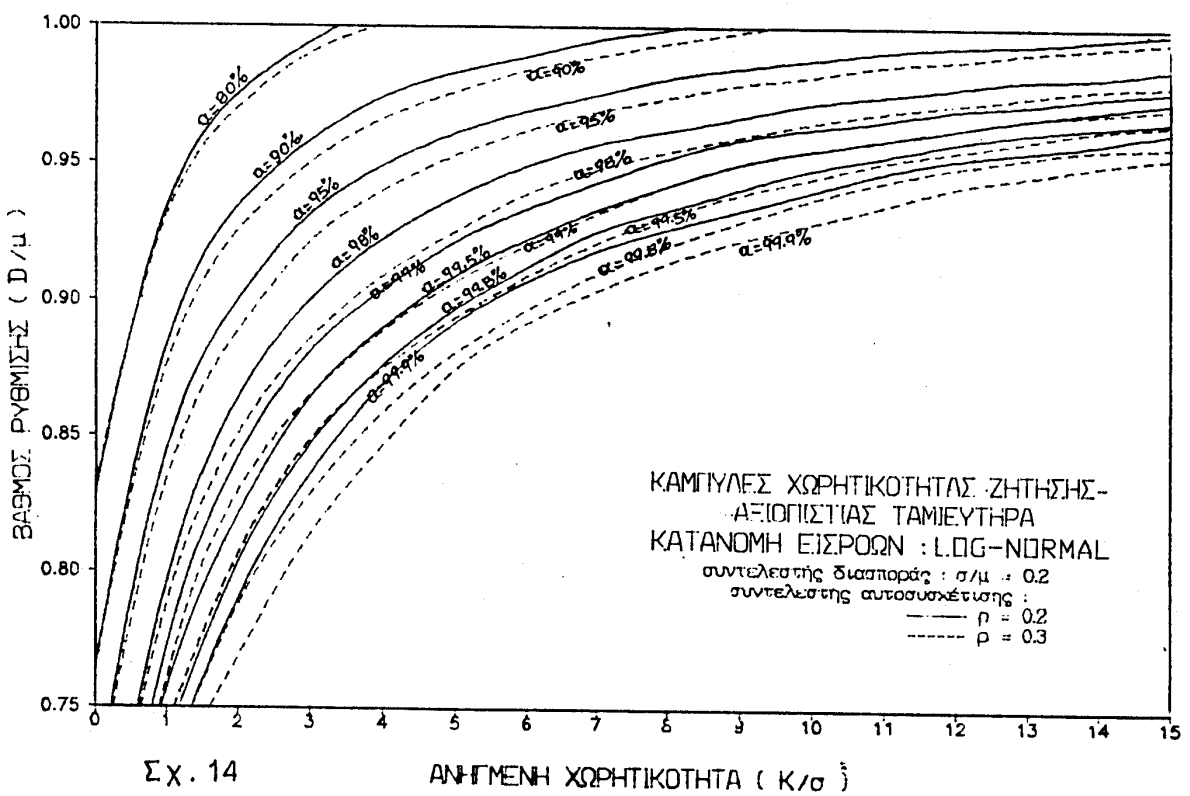
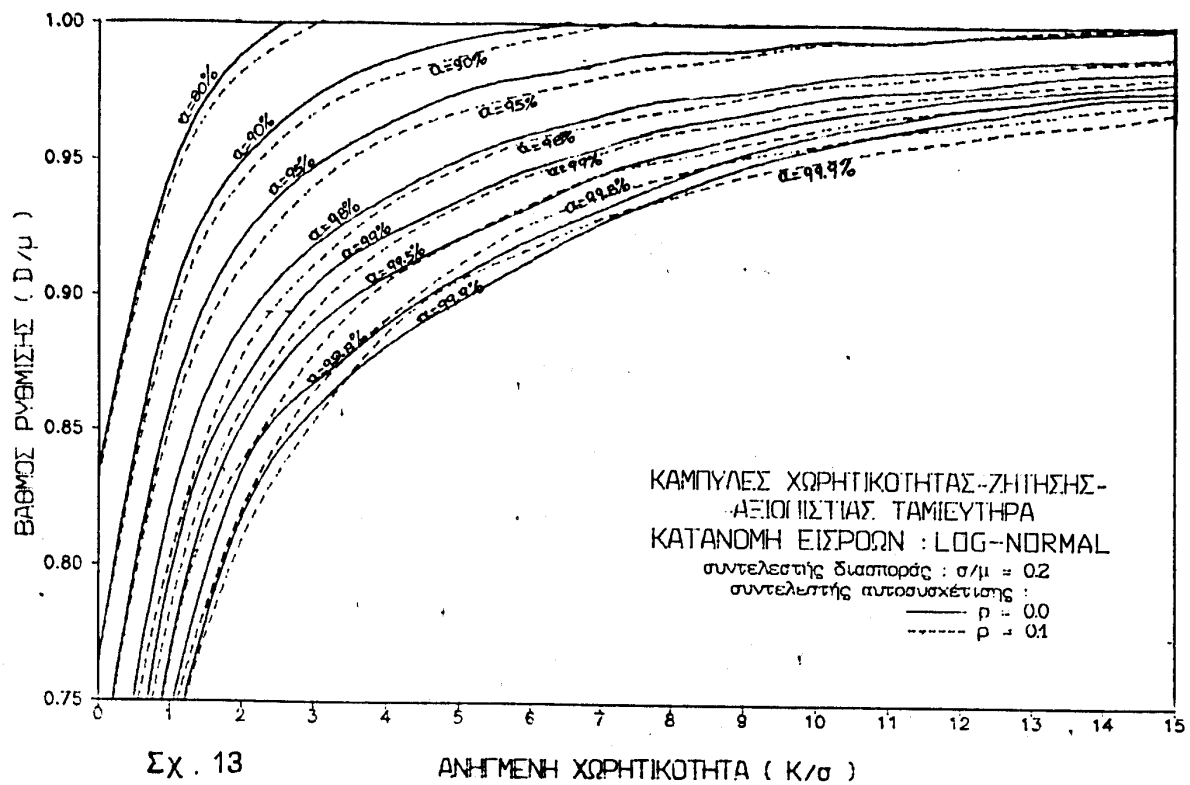
ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (  $\kappa/\sigma$  )

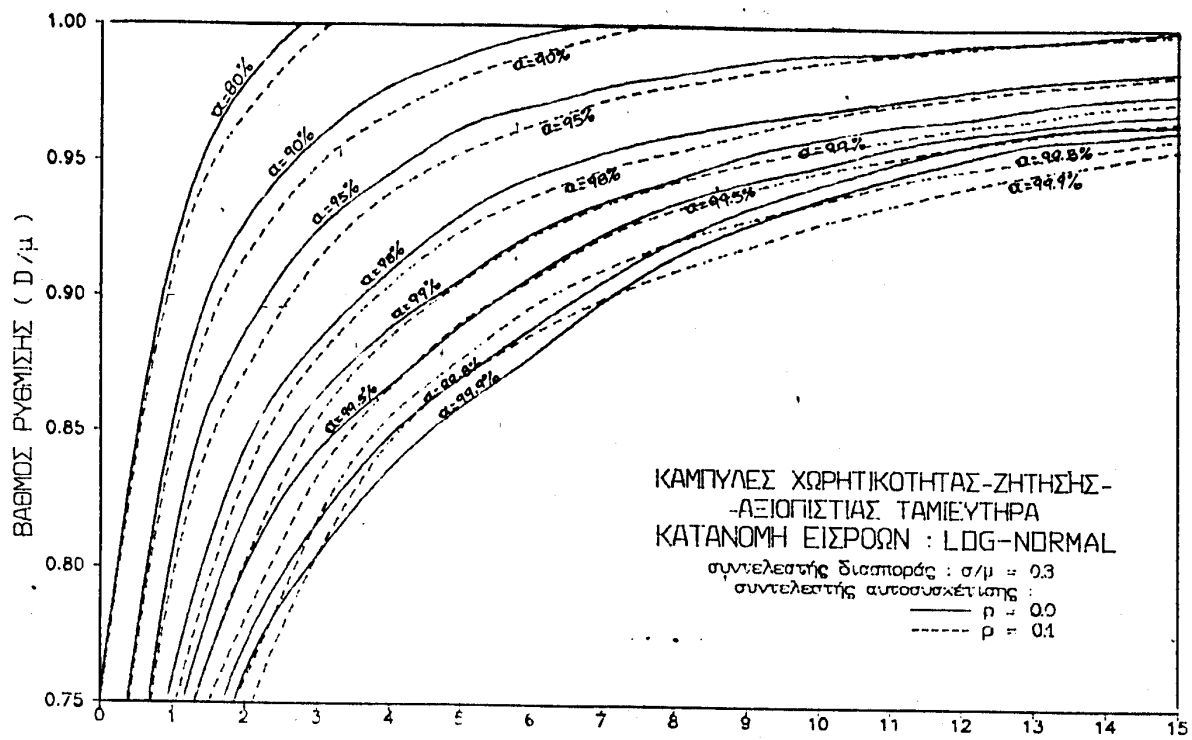


ΣΧ. 10

ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (  $\kappa/\sigma$  )

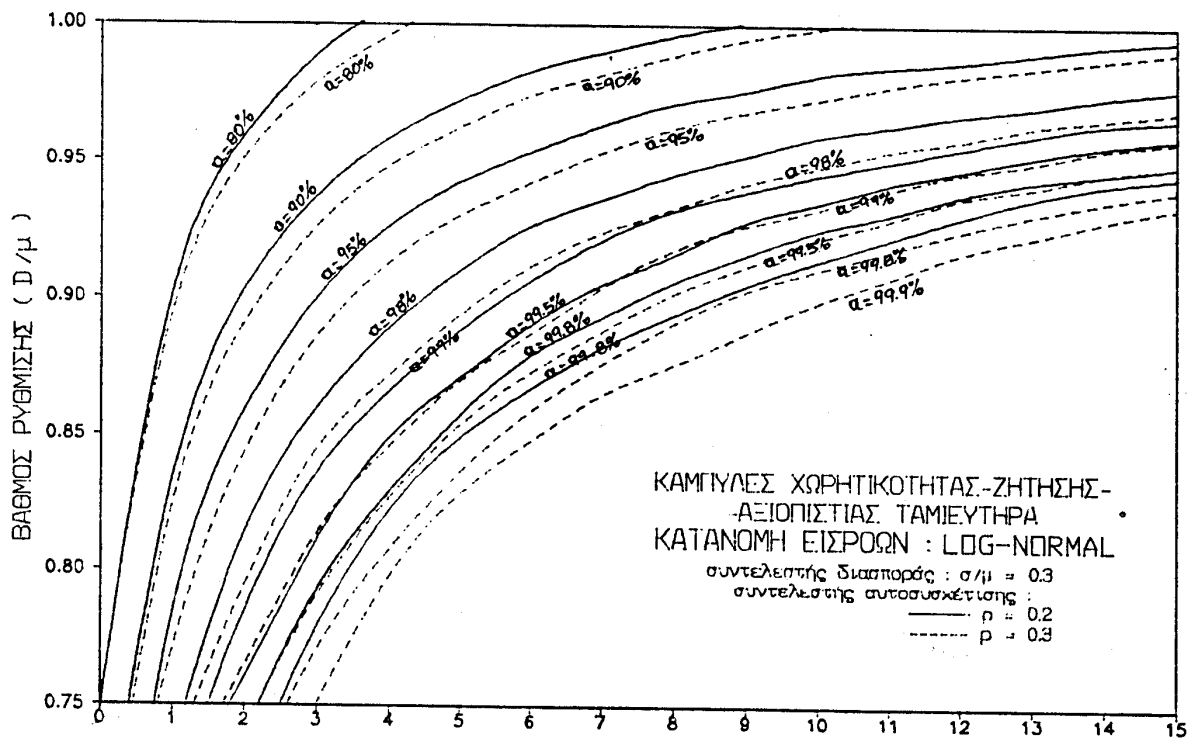






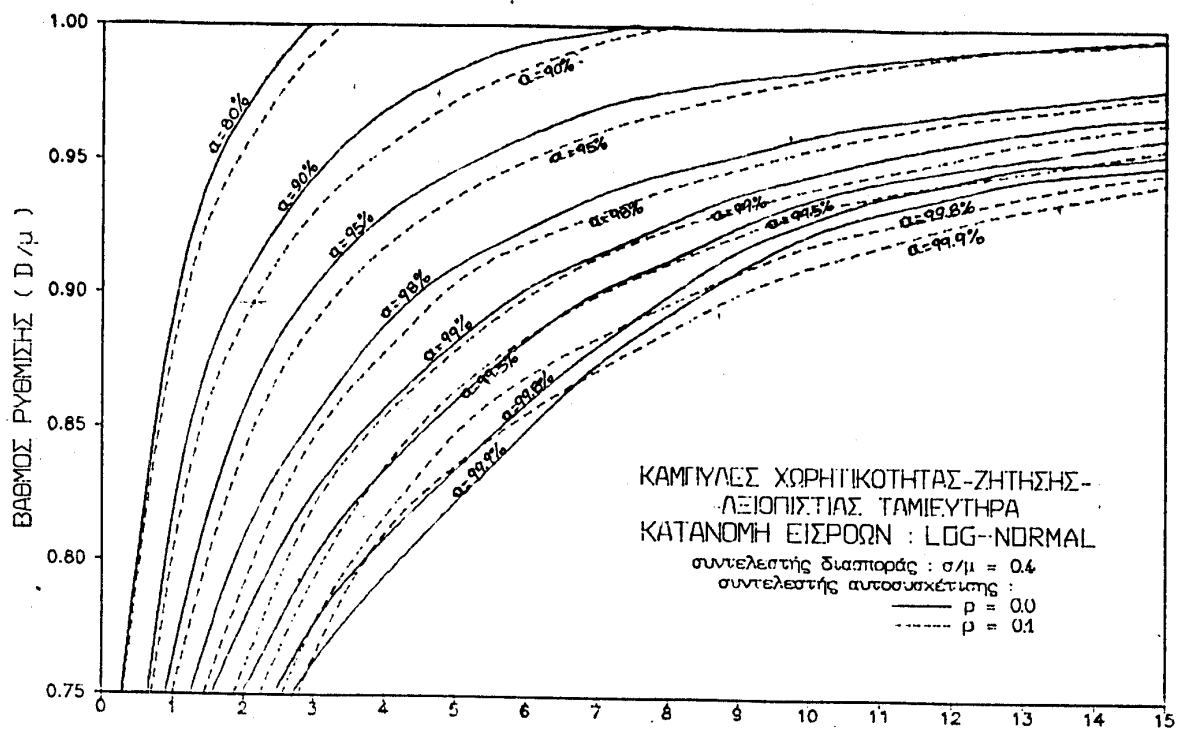
Σχ. 15

ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (  $K/\sigma$  )



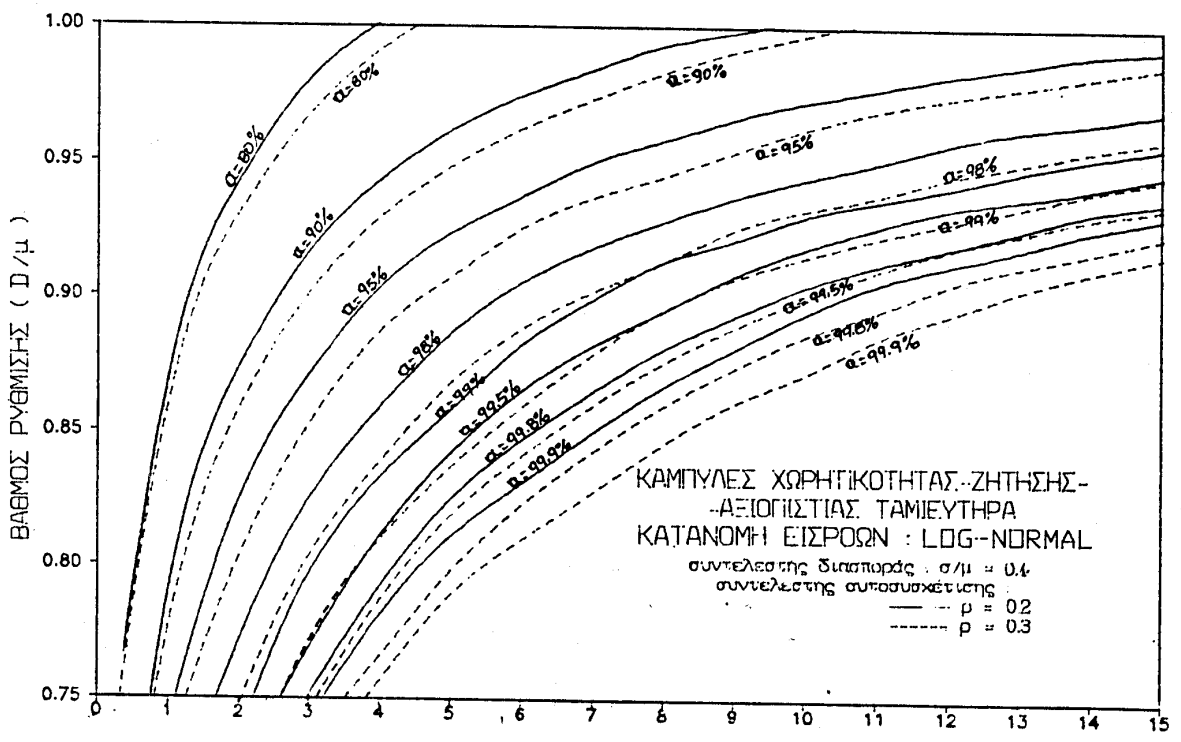
Σχ. 16

ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (  $K/\sigma$  )



Σχ. 17

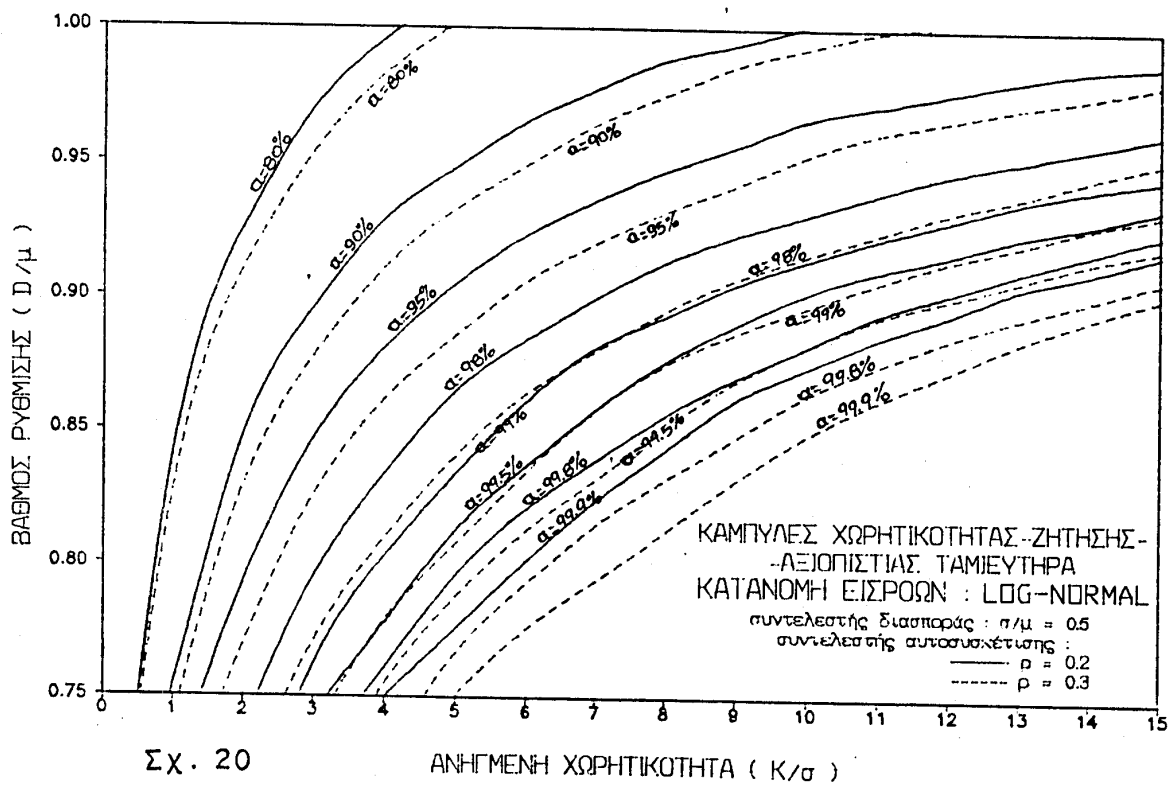
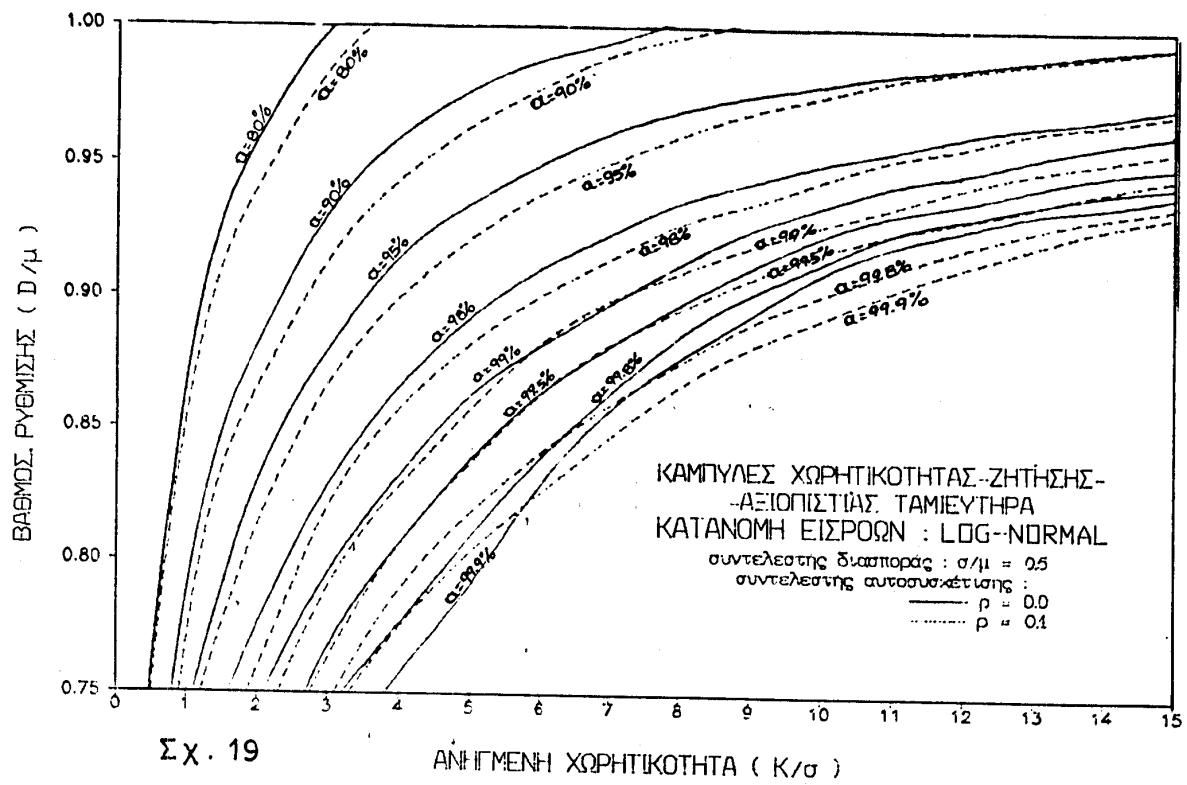
ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΓΙΚΟΤΗΤΑ (  $K/\sigma$  )

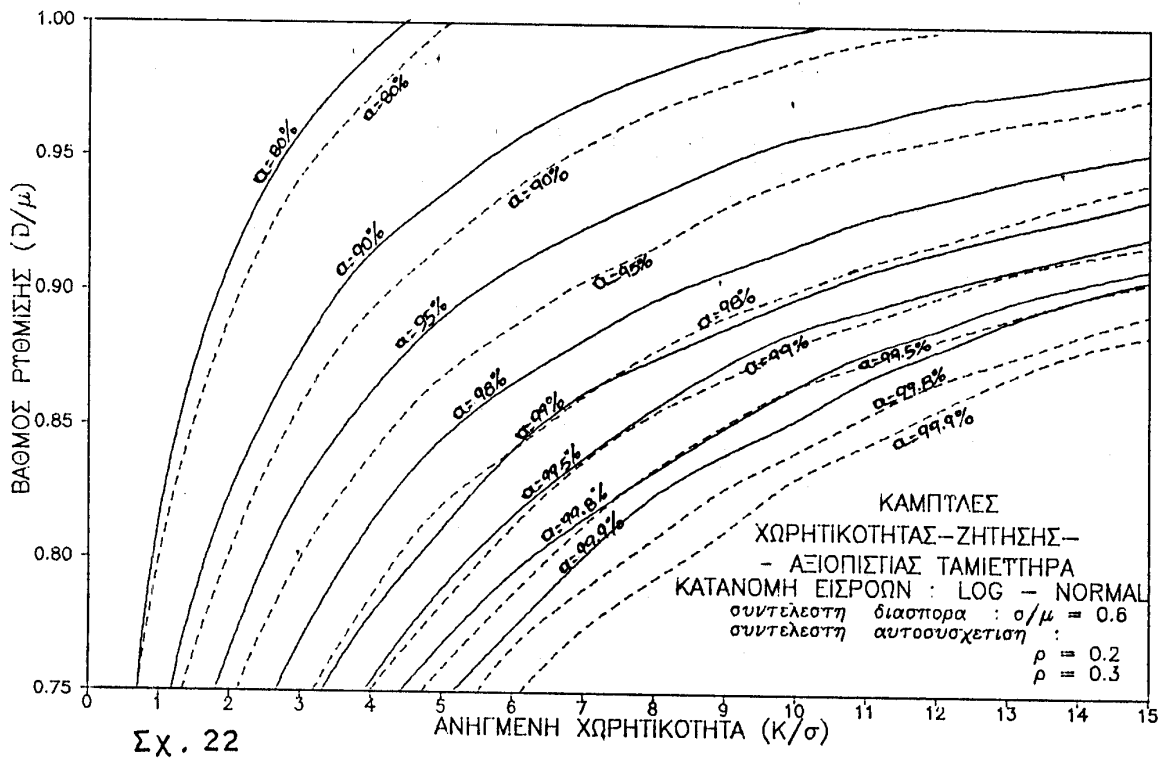
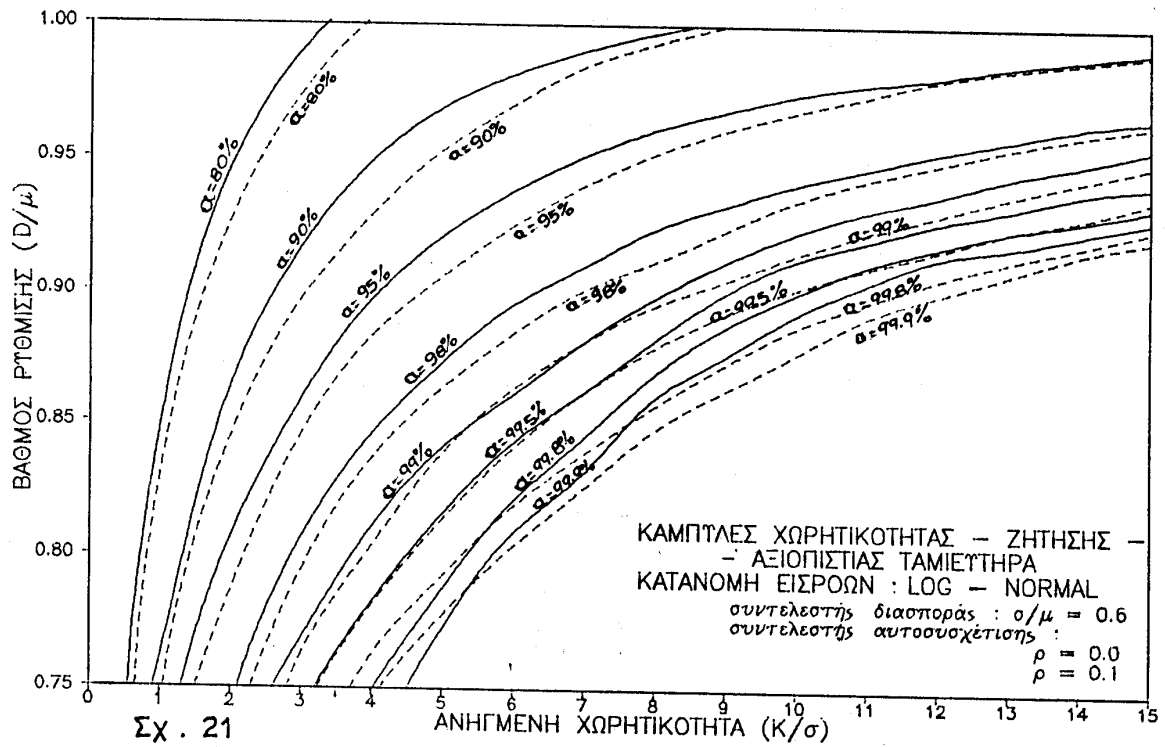


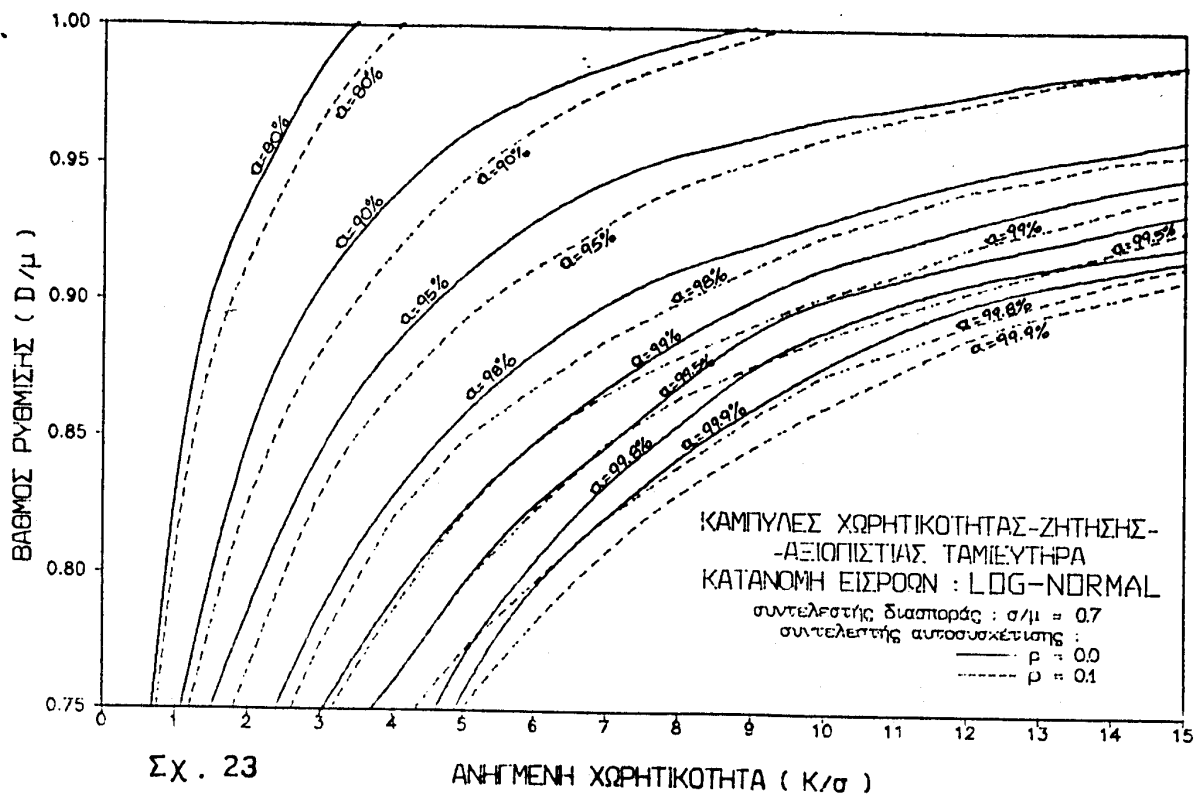
Σχ. 18

ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΓΙΚΟΤΗΤΑ (  $K/\sigma$  )



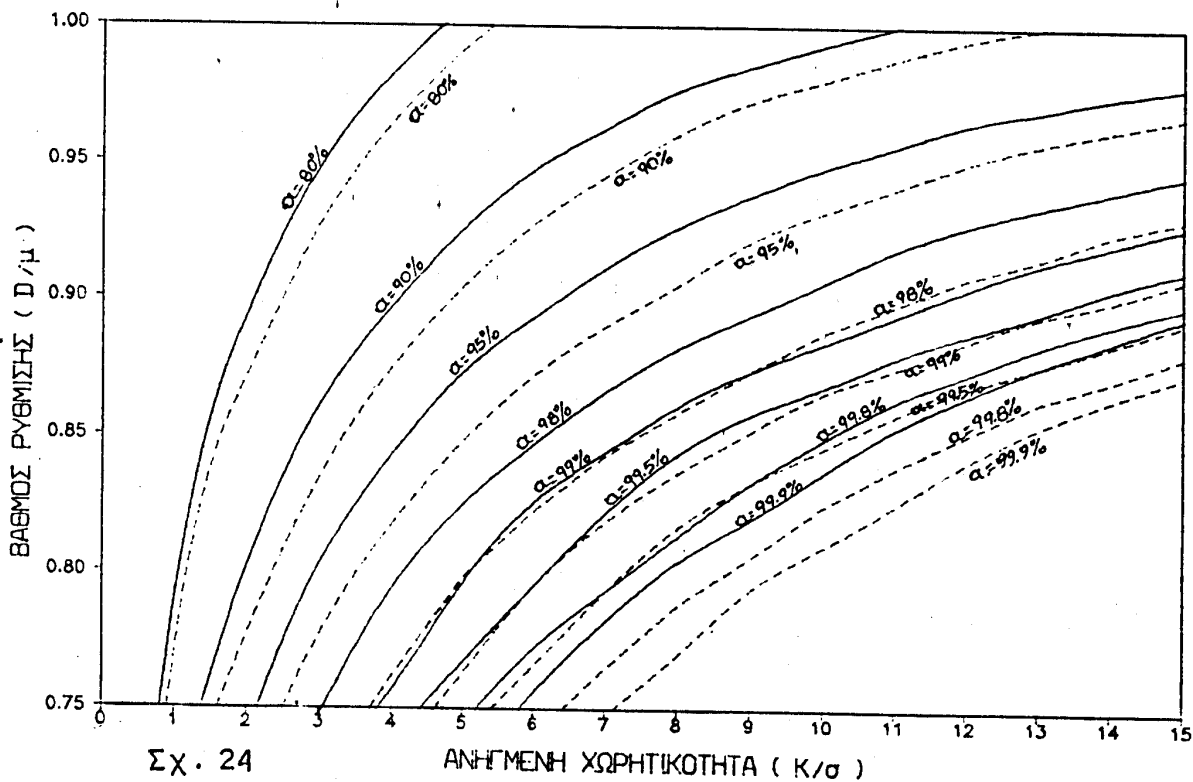






ΣΧ. 23

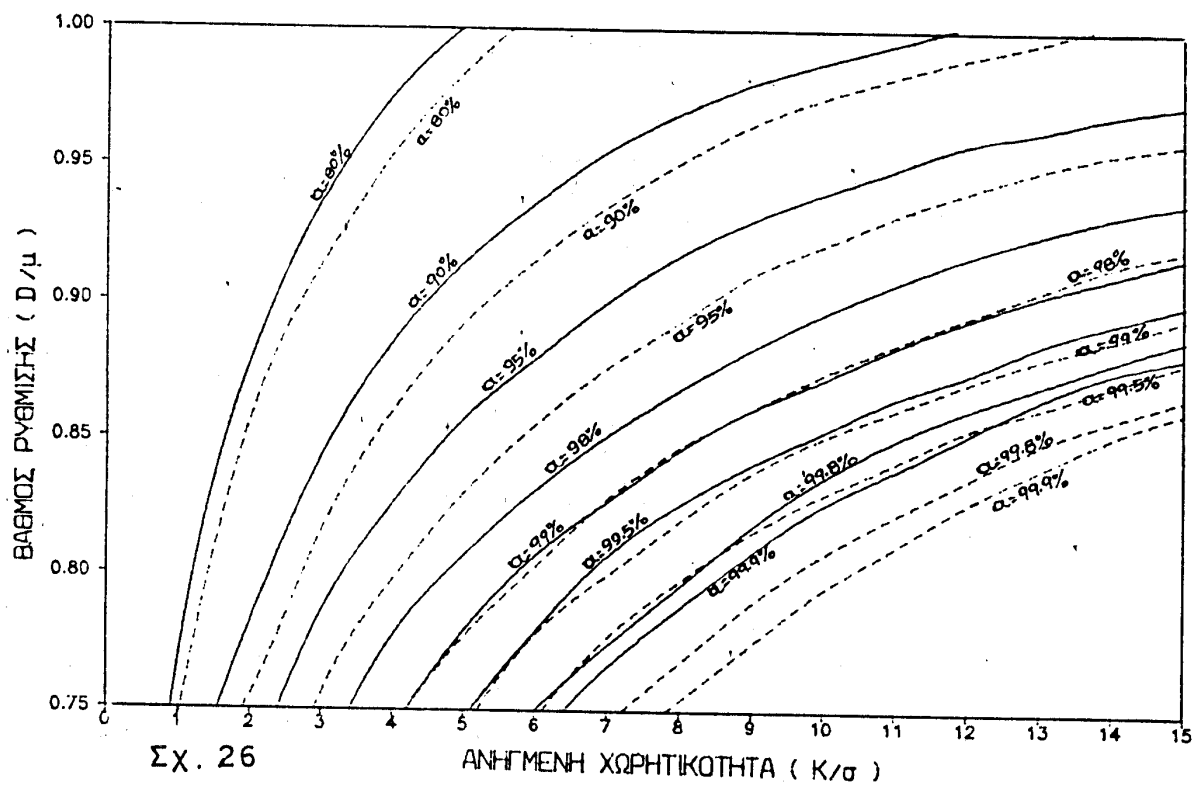
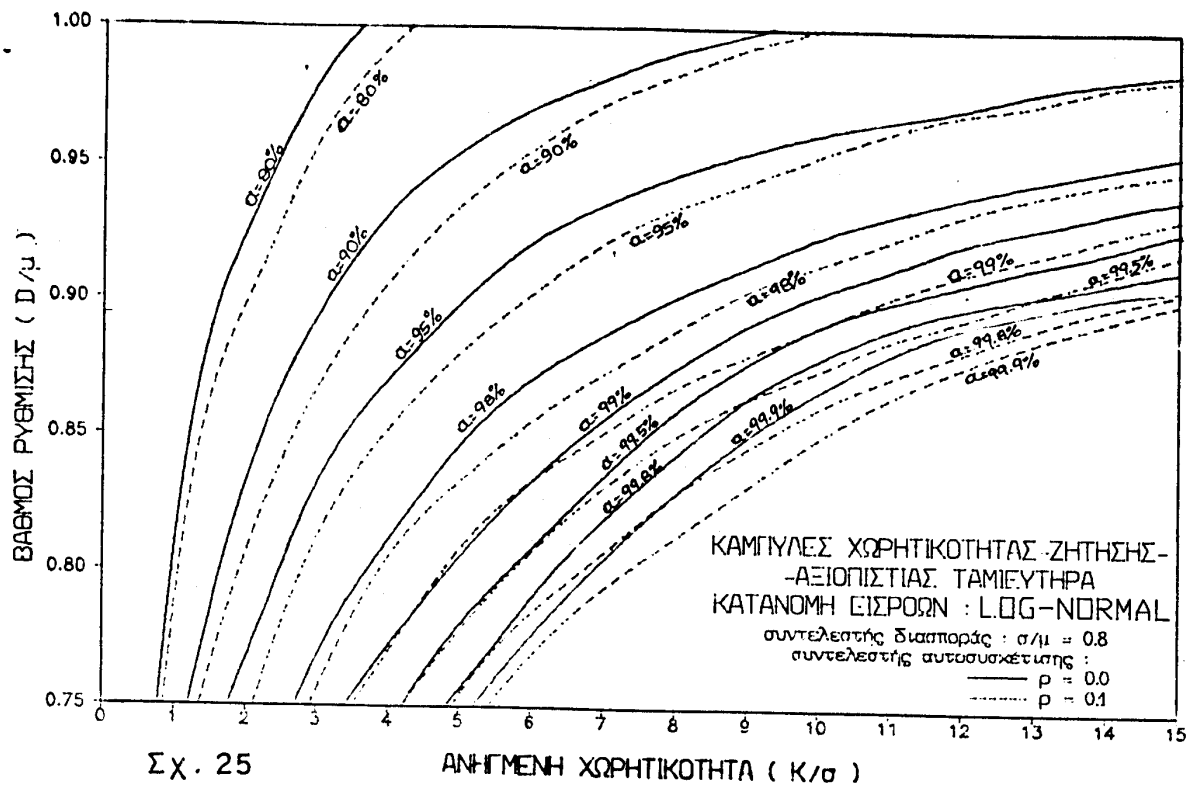
ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (  $K/\sigma$  )



ΣΧ. 24

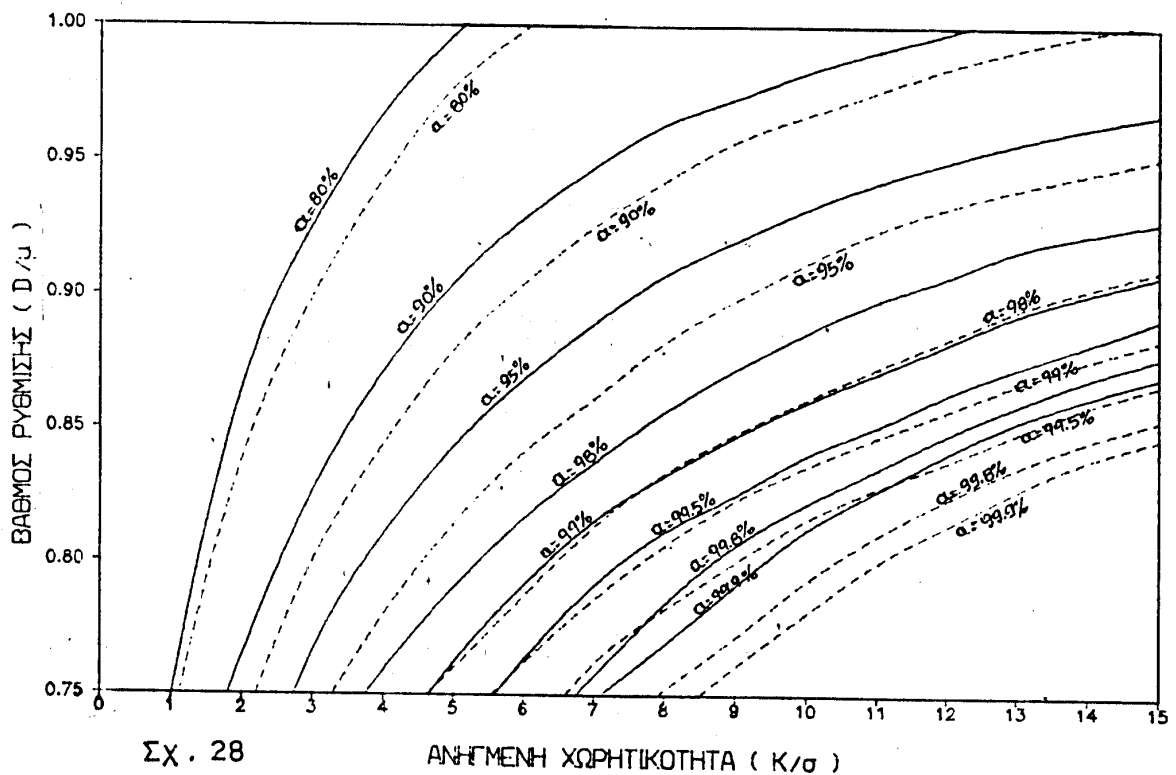
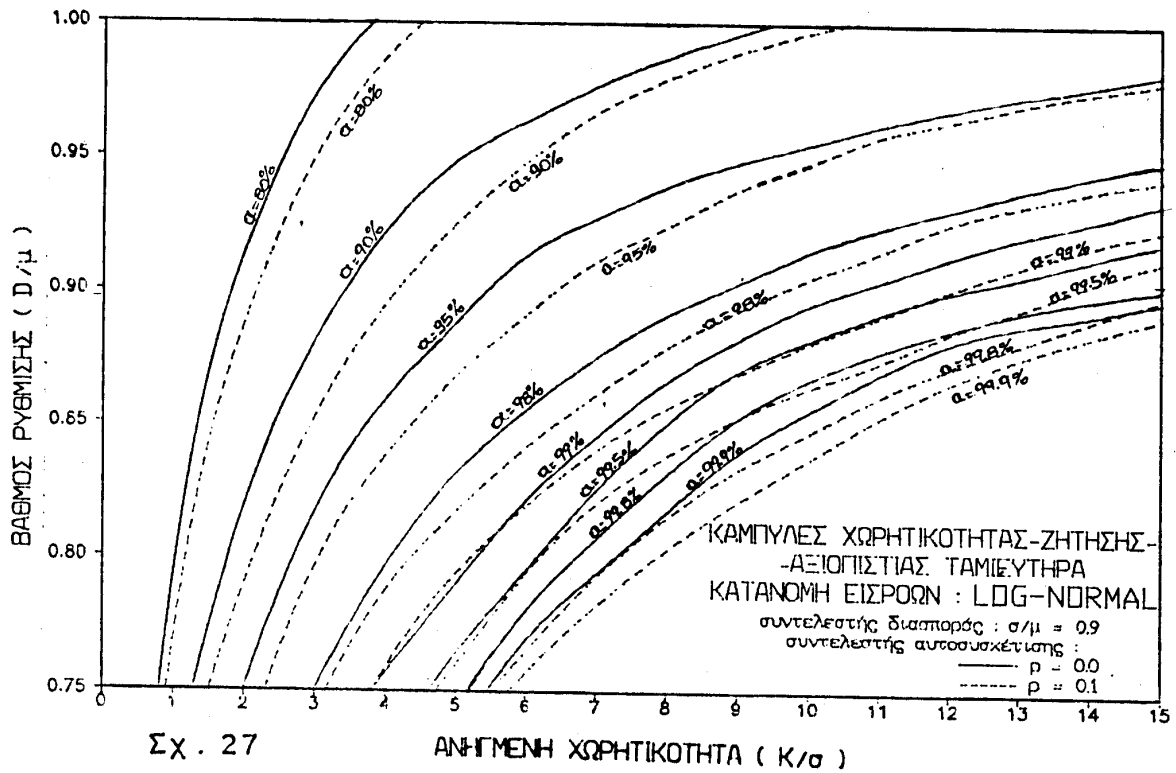
ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (  $K/\sigma$  )

ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ-ΖΗΤΗΣΗΣ-  
 -ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ  
 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΙΣΡΟΩΝ : LOG-NORMAL  
 συντελεστής διασποράς :  $\sigma/\mu = 0.7$   
 συντελεστής αυτοσυσχέτισης :  
 —————  $\rho = 0.2$   
 - - - - -  $\rho = 0.3$



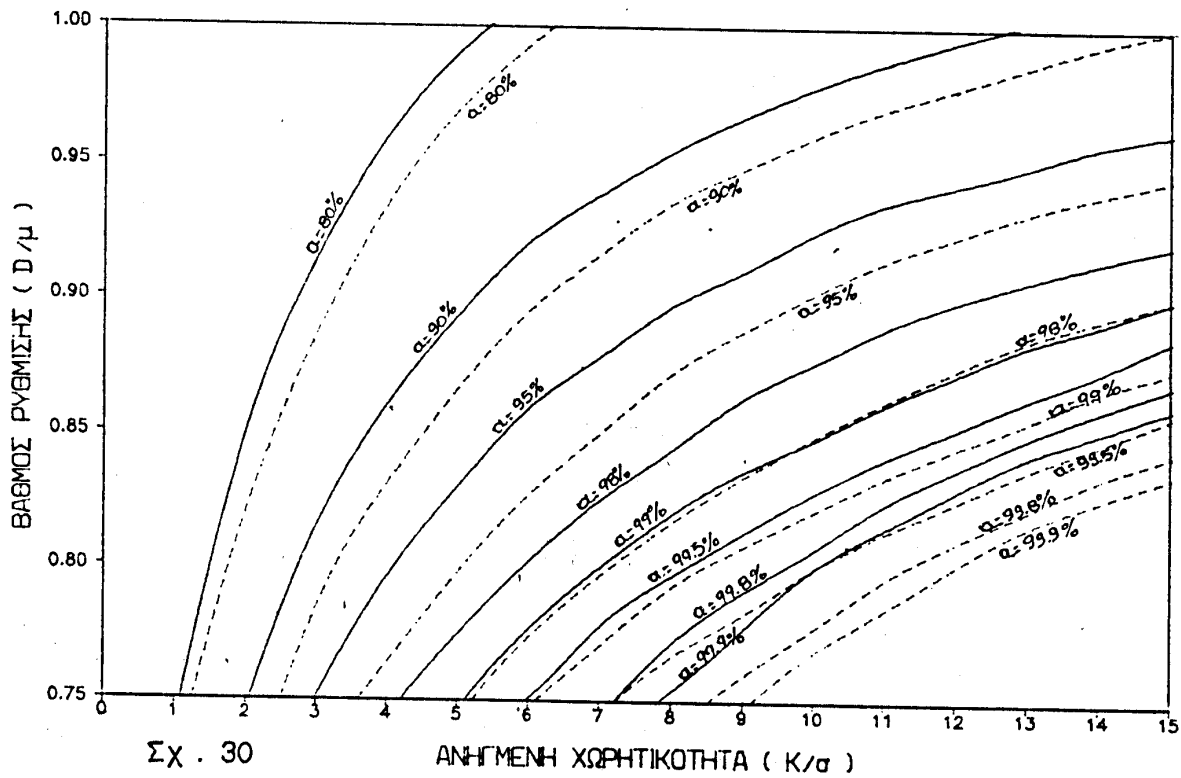
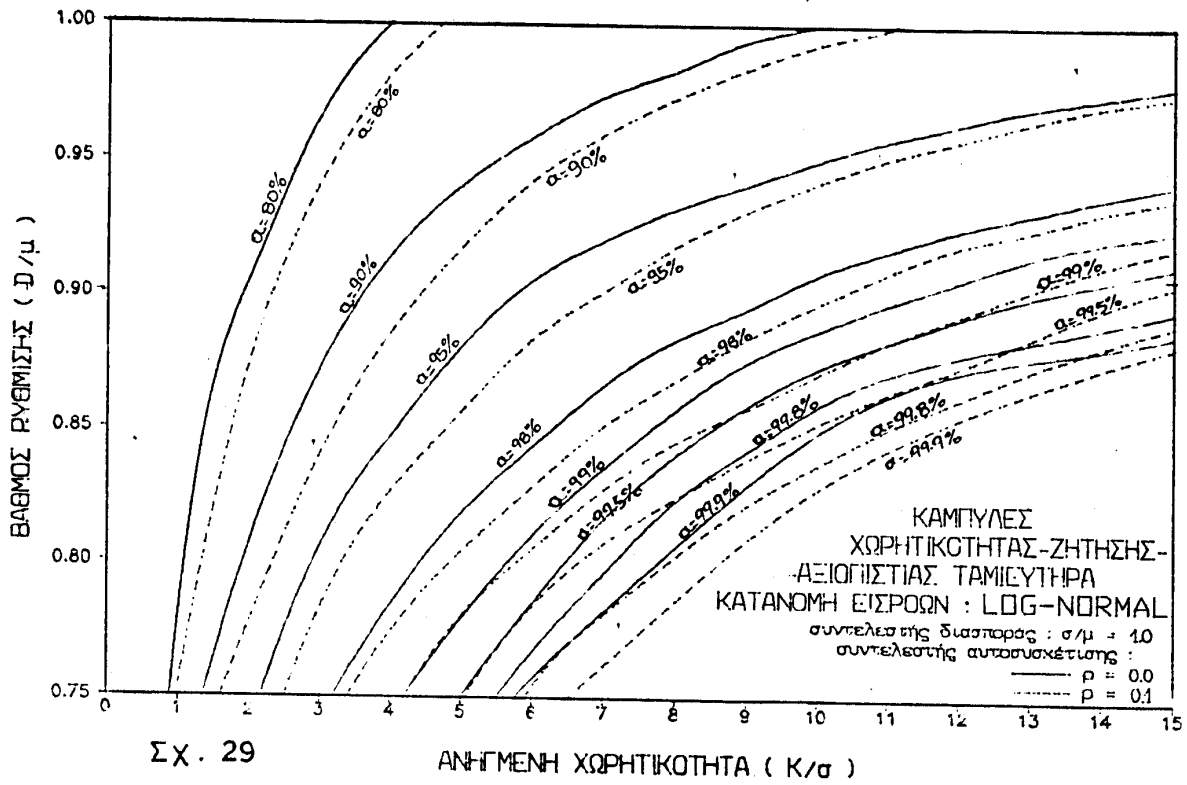
ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ-ΖΗΤΗΣΗΣ-  
 -ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ  
 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΙΣΡΟΩΝ : LOG-NORMAL

συντελεστής διασποράς :  $\sigma/\mu = 0.8$   
 συντελεστής αυτοσυσχέτισης :  
 —————  $\rho = 0.2$   
 - - - - -  $\rho = 0.3$



ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ-ΖΗΤΗΣΗΣ-  
 -ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ  
 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΙΣΡΟΩΝ : LOG-NORMAL

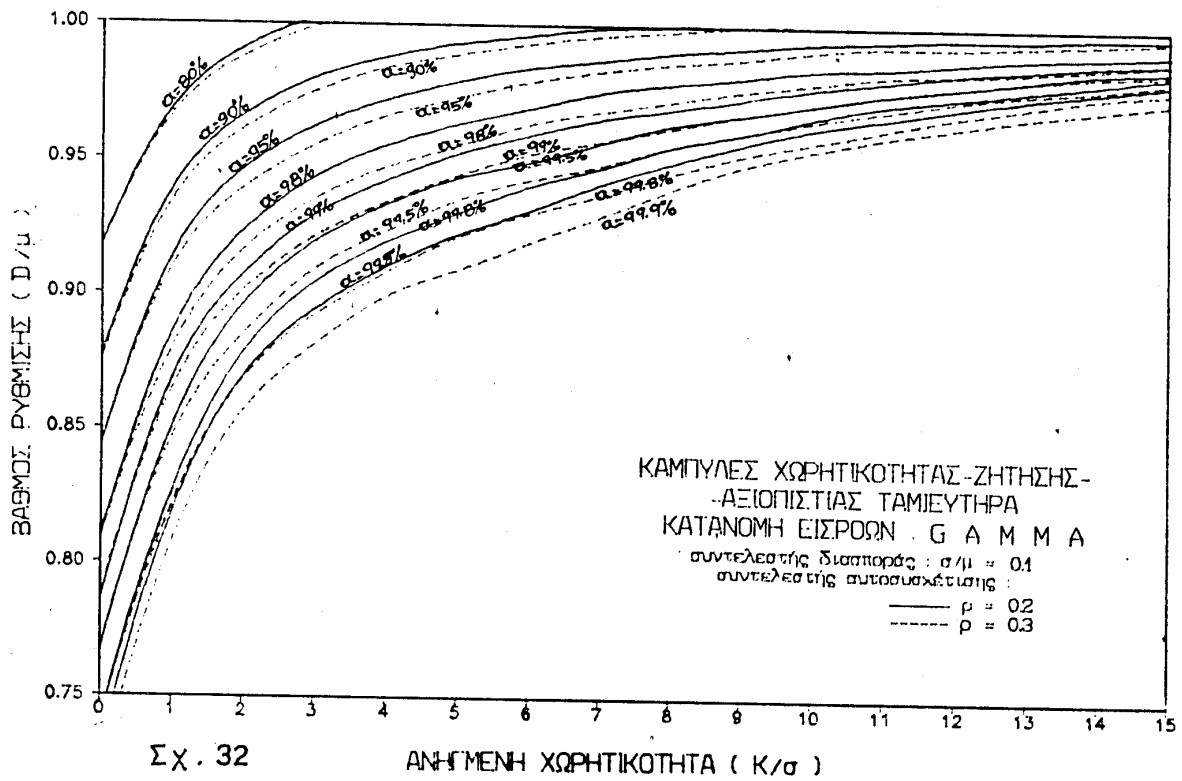
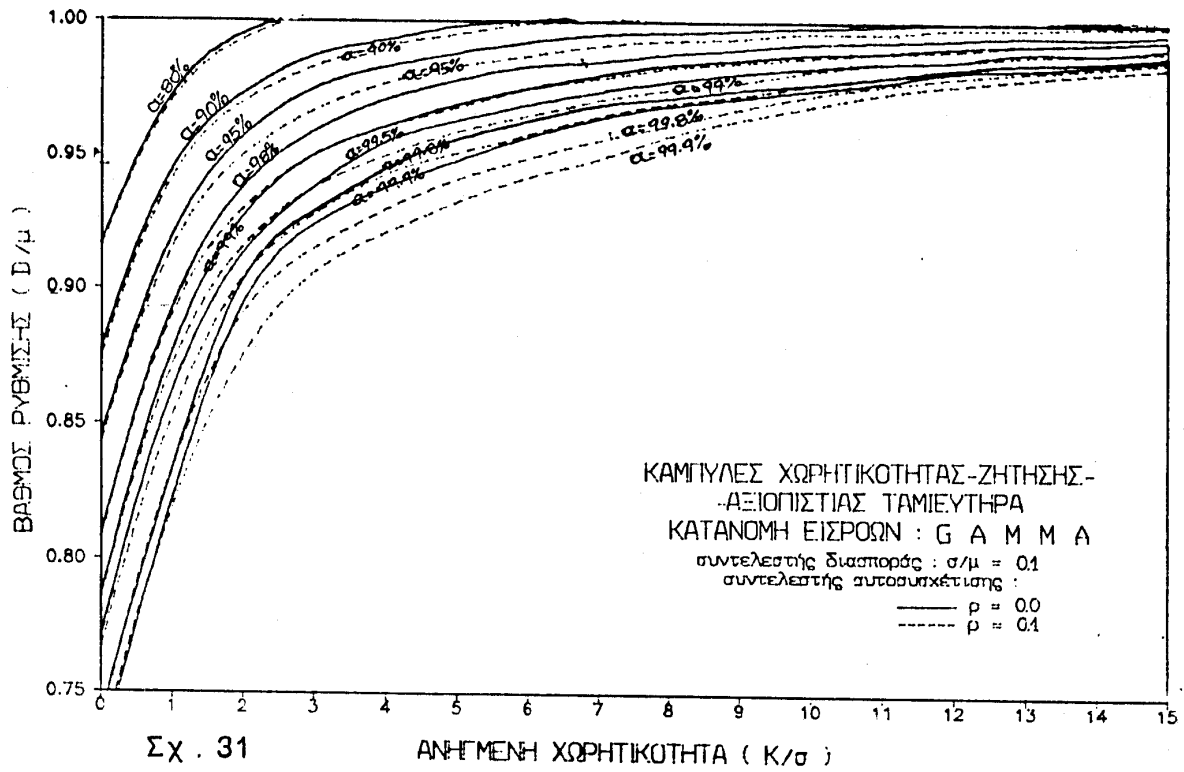
συντελεστής διασποράς :  $\sigma/\mu = 0.9$   
 συντελεστής αυτοσυσχέτισης :  
 —————  $\rho = 0.2$   
 - - - - -  $\rho = 0.3$

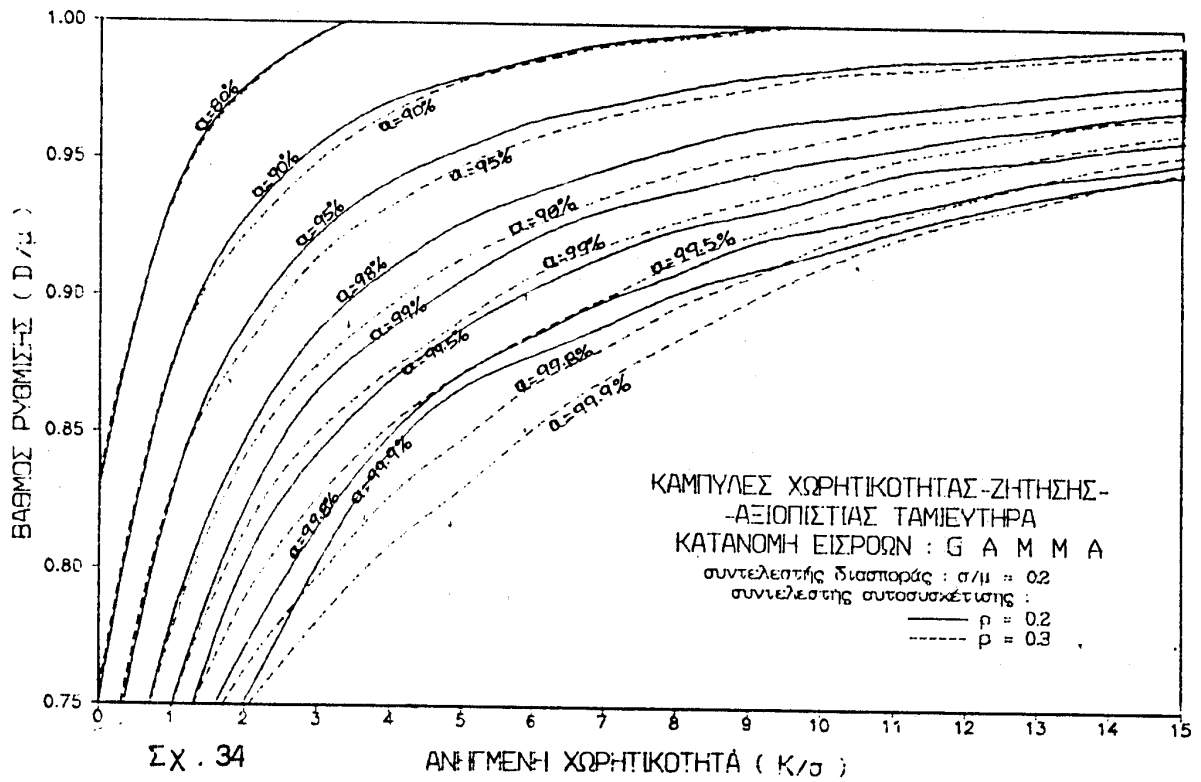
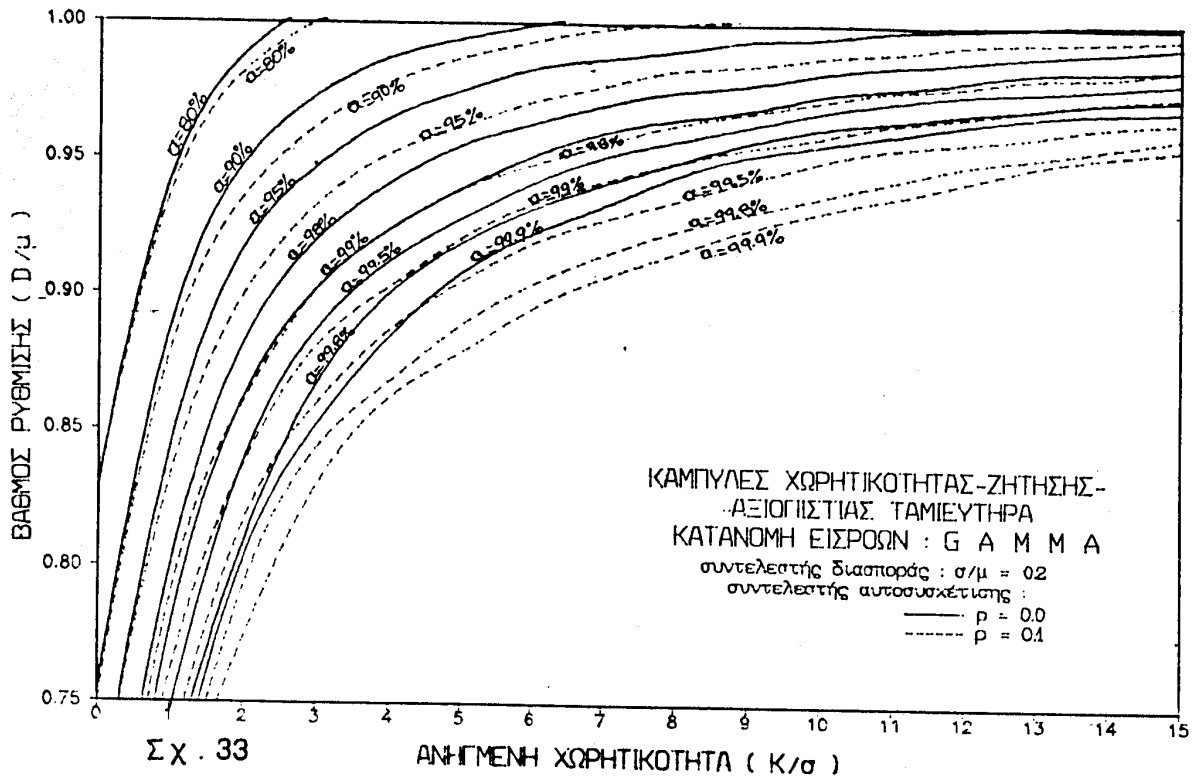


ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ-ΖΗΤΗΣΗΣ-  
 ΑΞΙΟΓΙΣΤΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ  
 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΙΣΡΟΩΝ : LOG-NORMAL

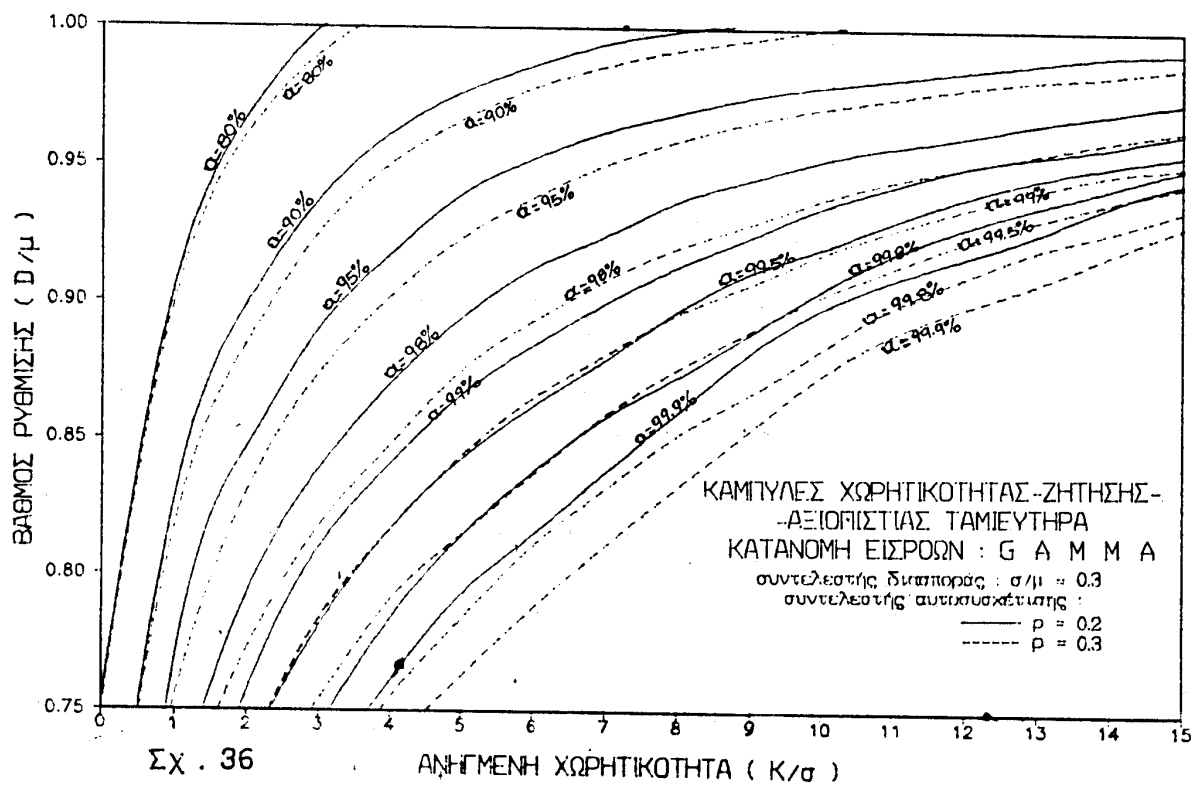
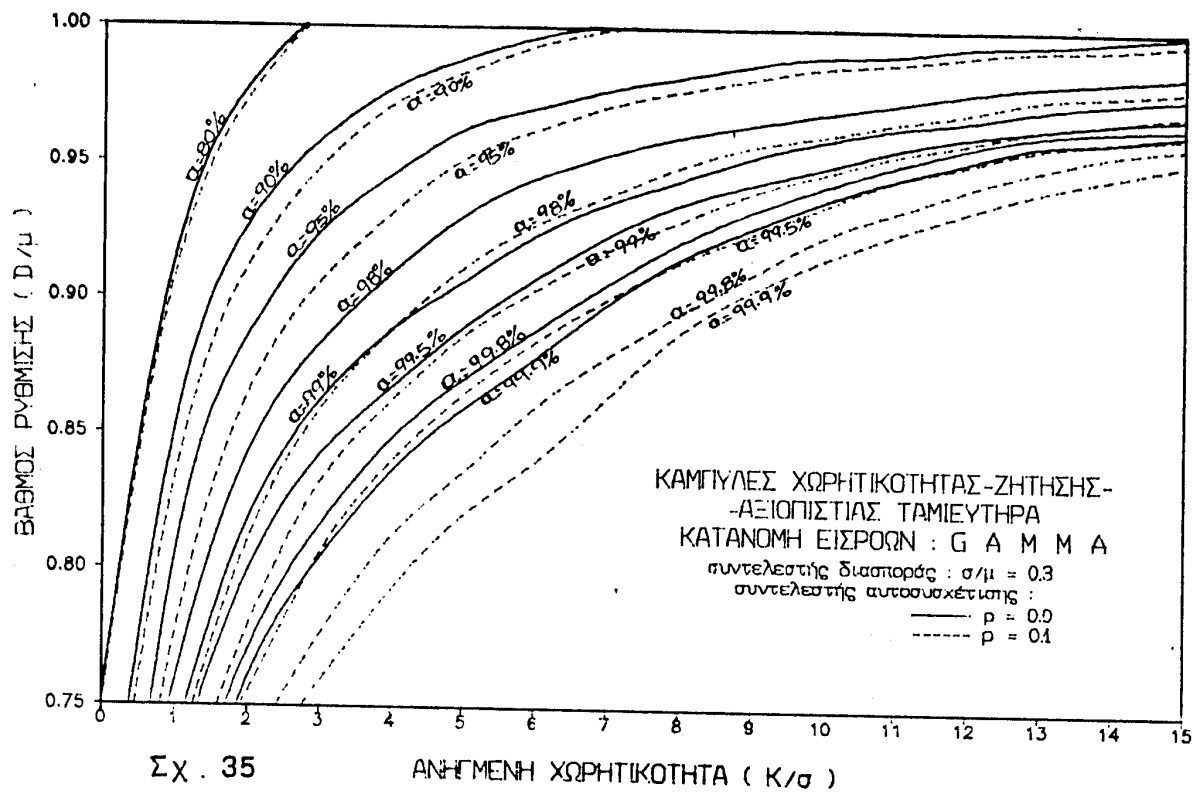
συντελεστής διασποράς :  $\sigma/\mu = 1.0$   
 συντελεστής αυτοσυσκέτισης :

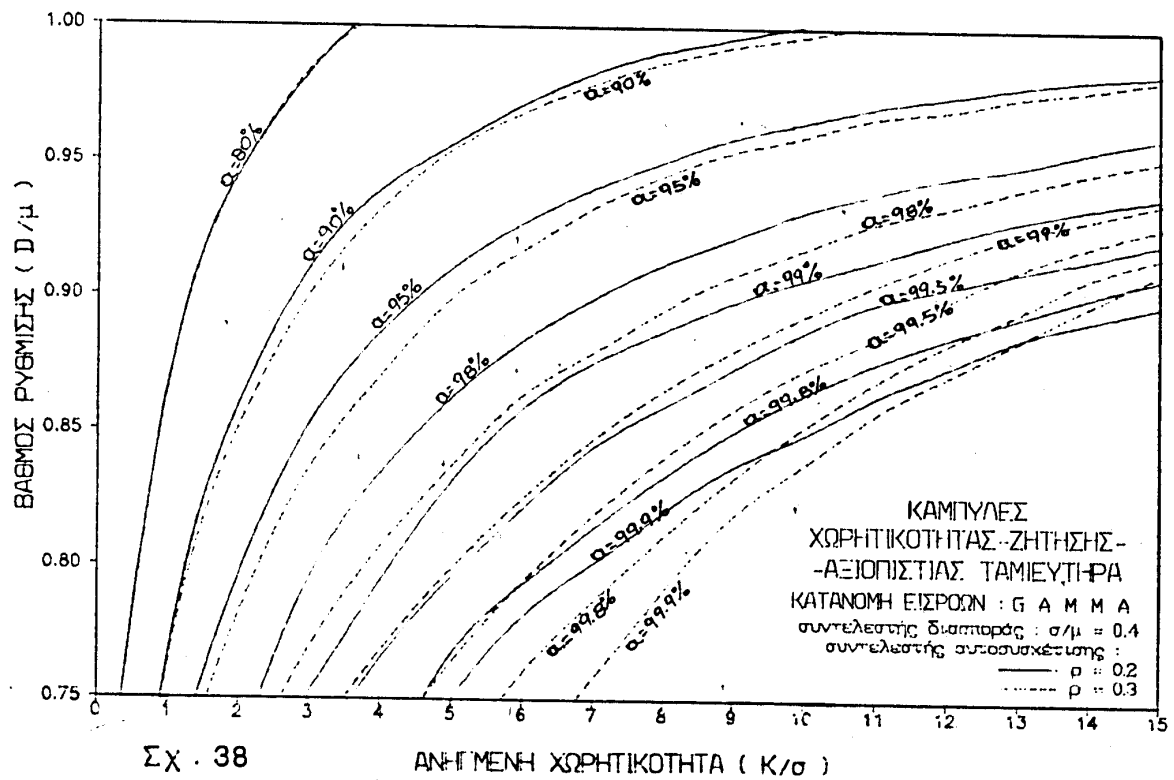
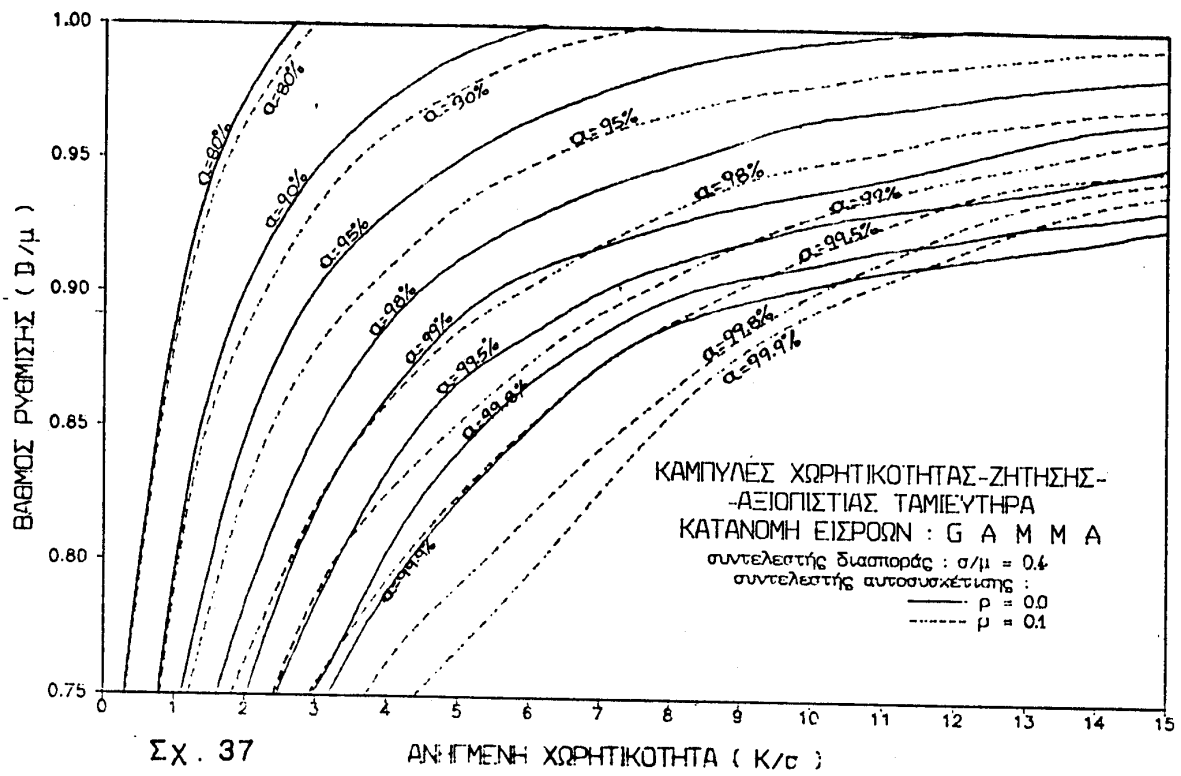
- $\rho = 0.2$
- - -  $\rho = 0.3$

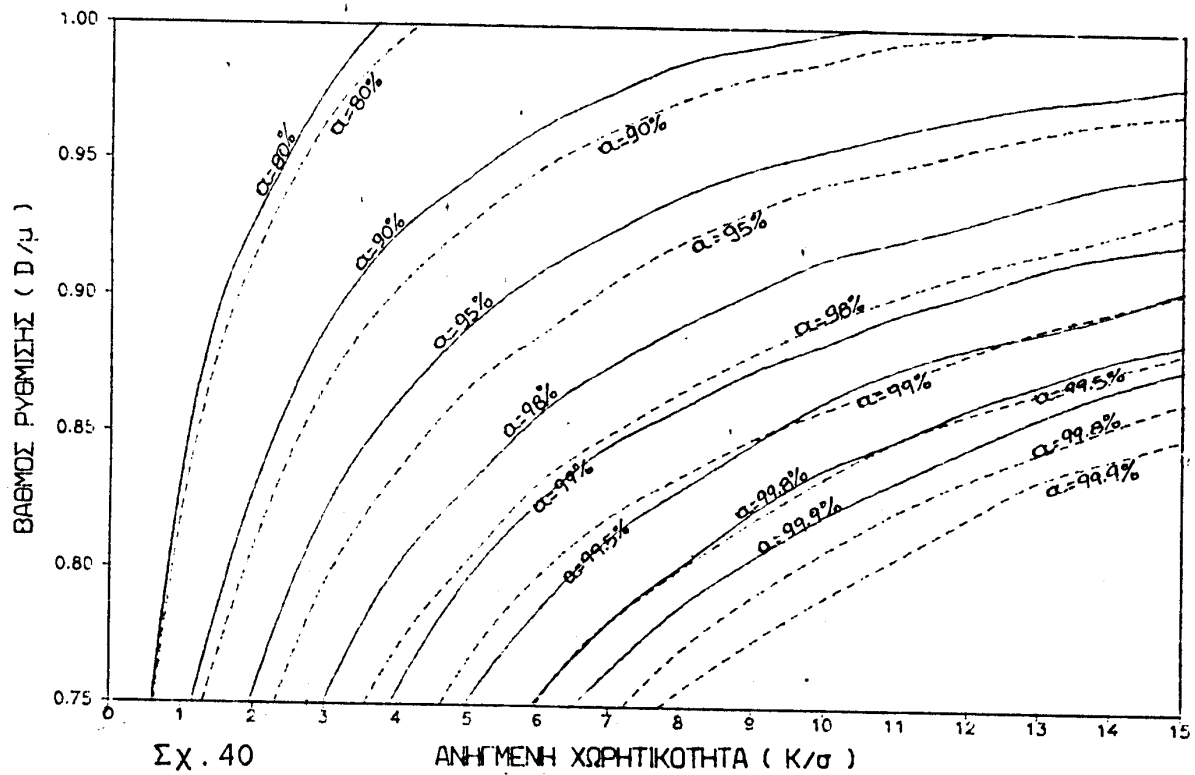
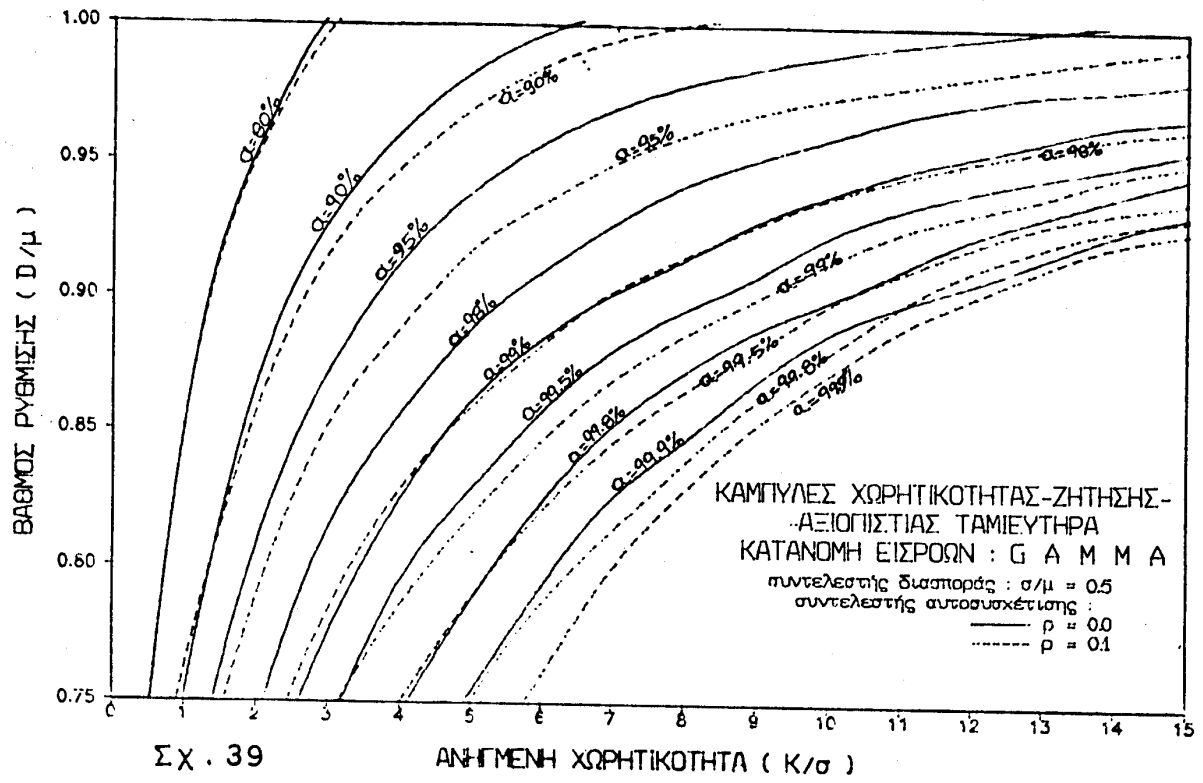






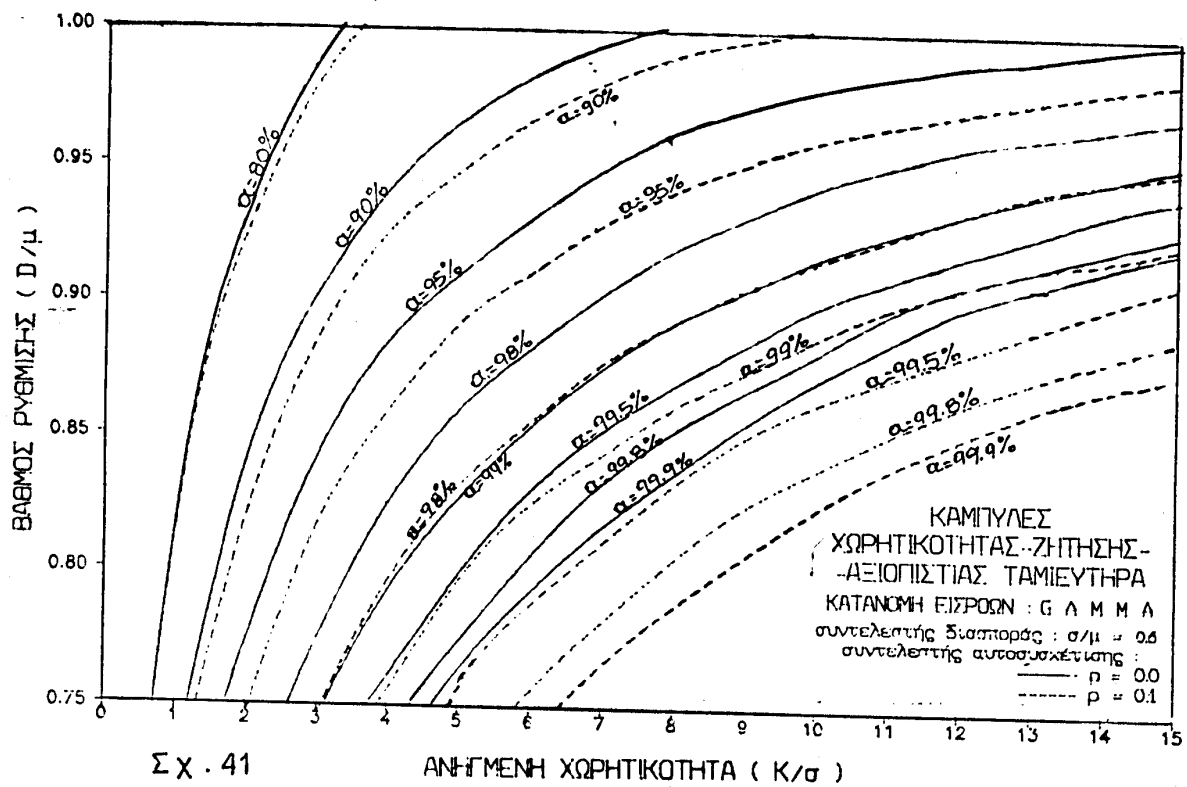




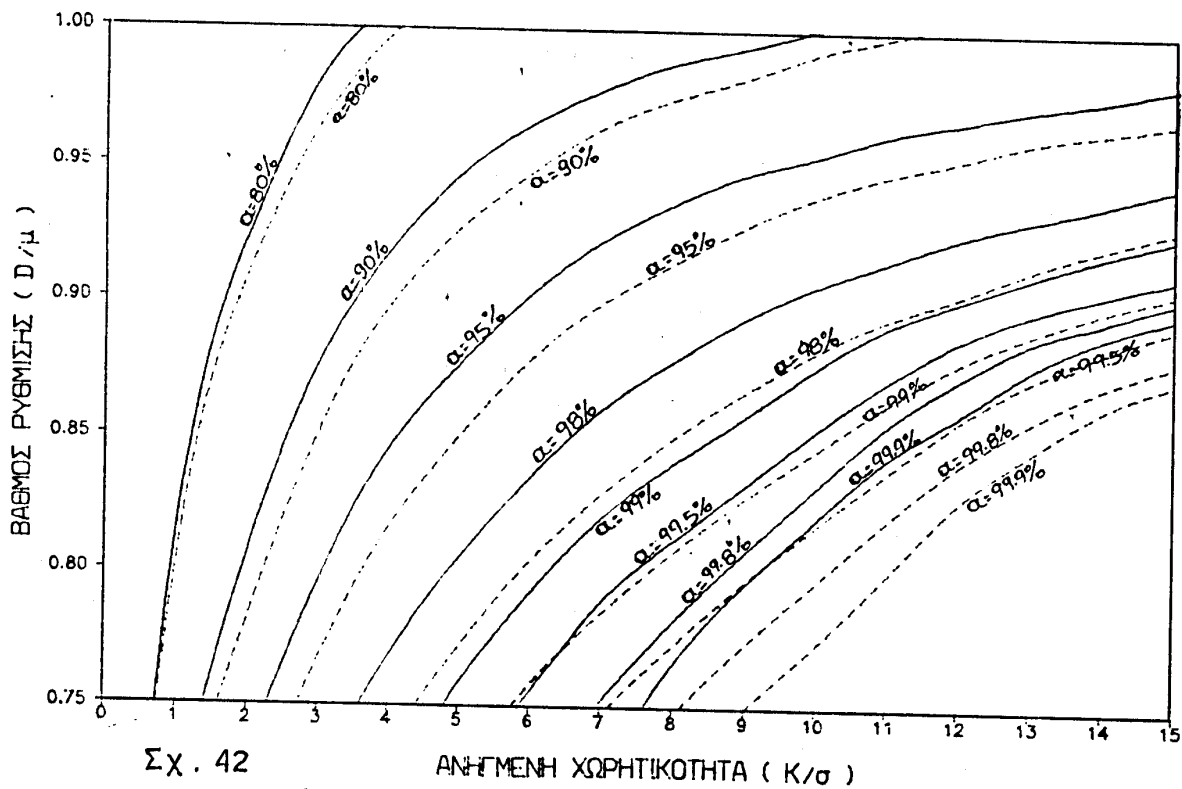


ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ-ΖΗΤΗΣΗΣ-  
 ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ  
 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΙΣΡΟΩΝ : G A M M A

συντελεστής διασποράς :  $\sigma/\mu = 0.5$   
 συντελεστής αυτοσυσχέτισης :  
 —————  $\rho = 0.2$   
 - - - - -  $\rho = 0.3$



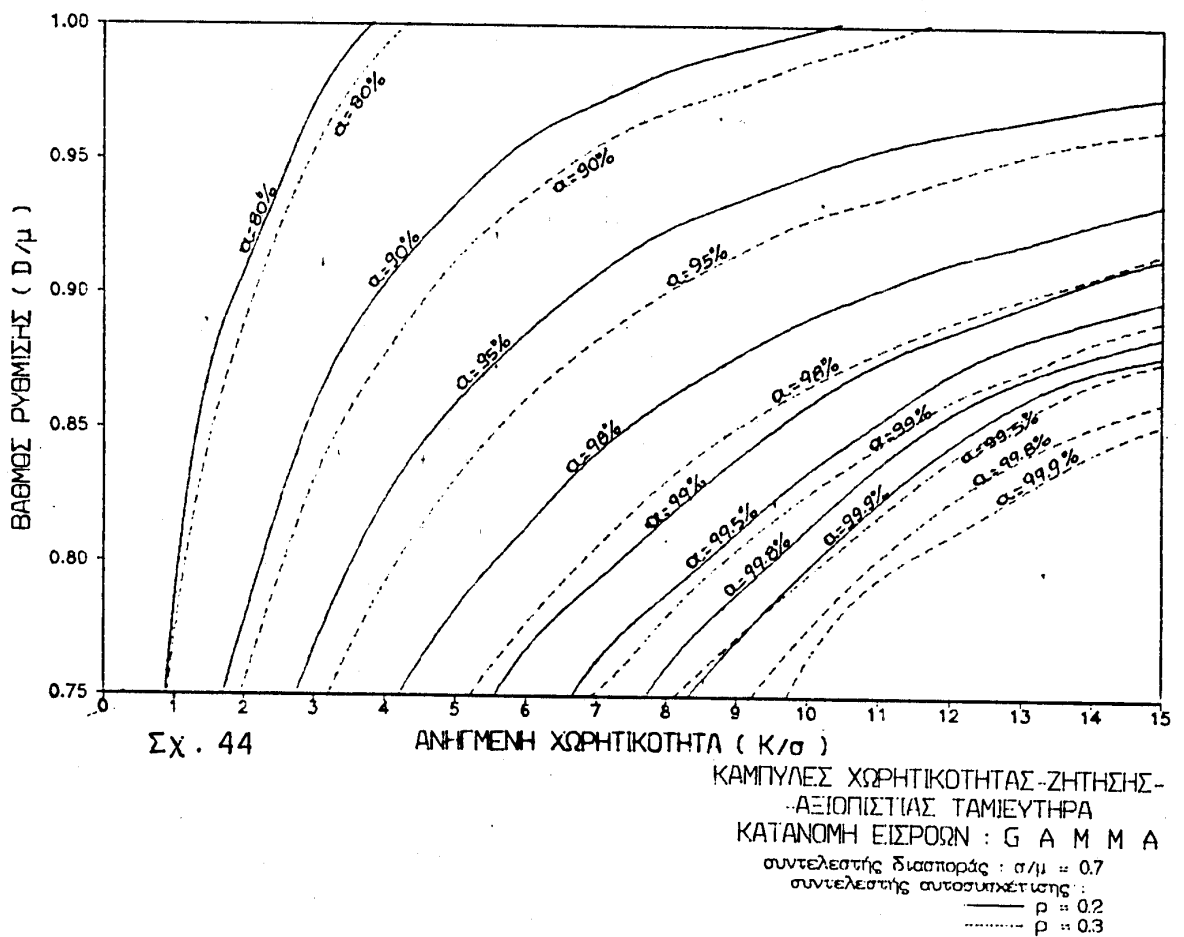
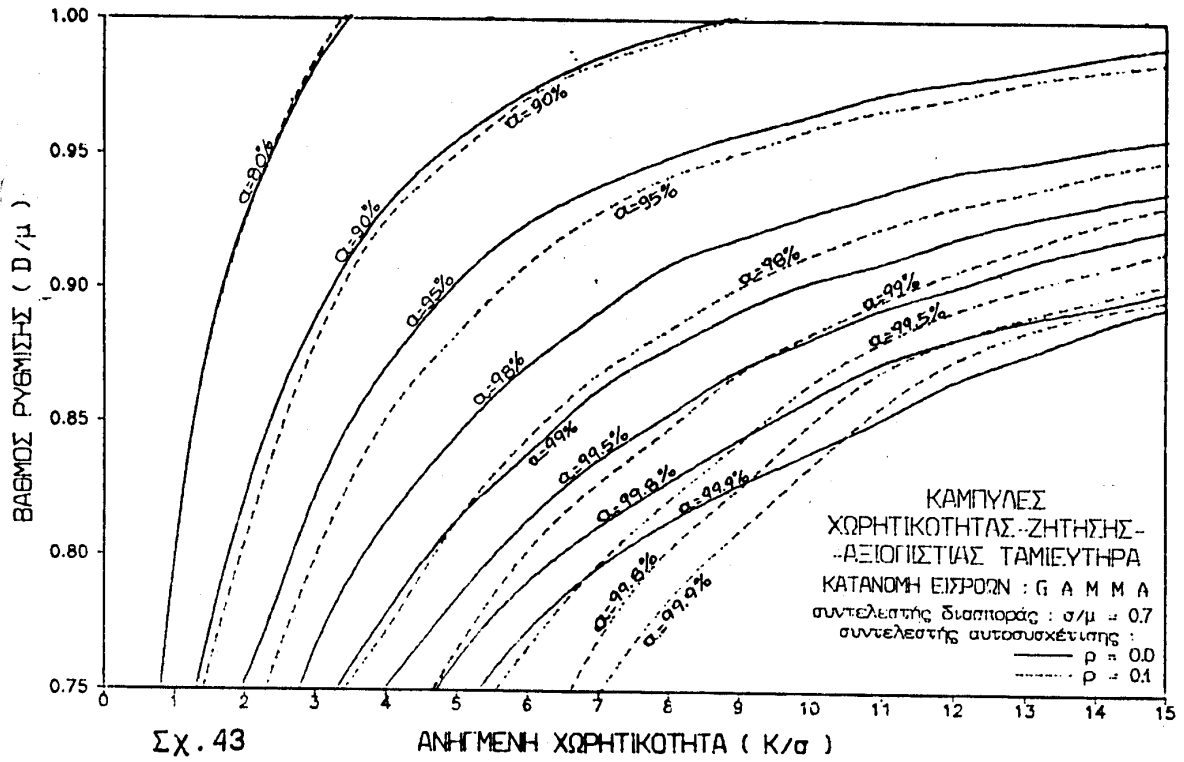
ΣΧ. 41

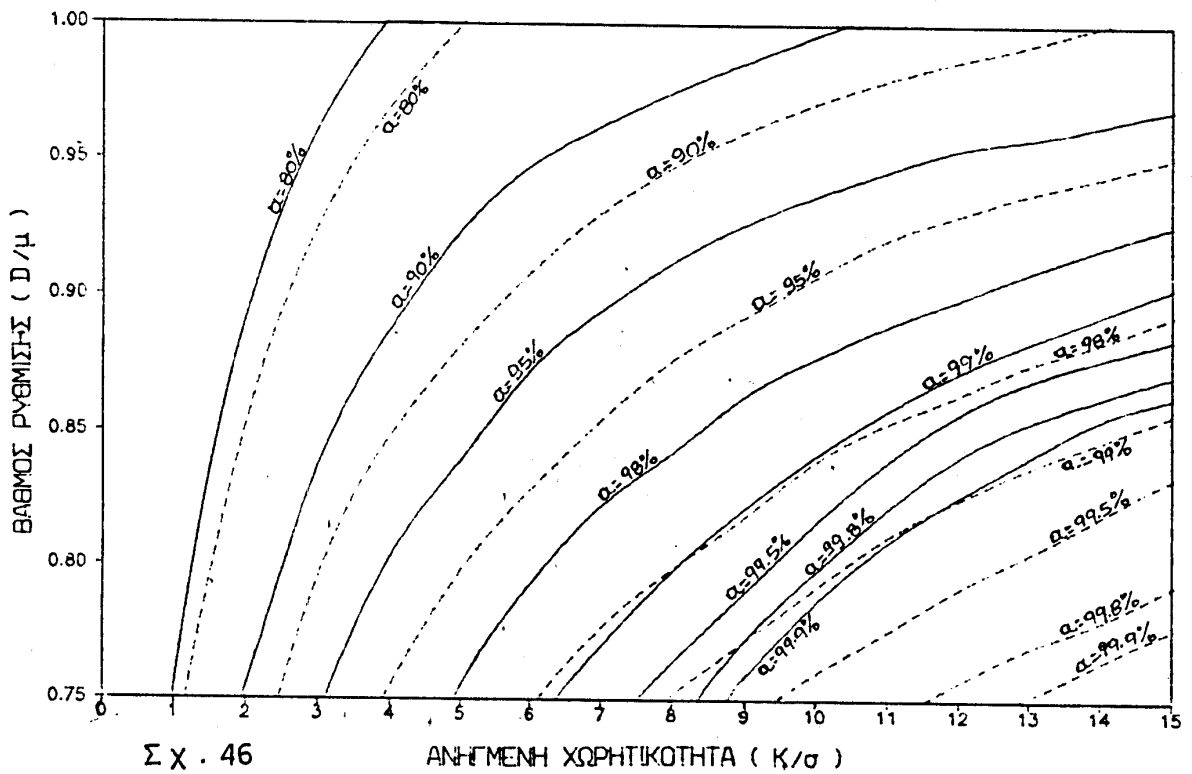
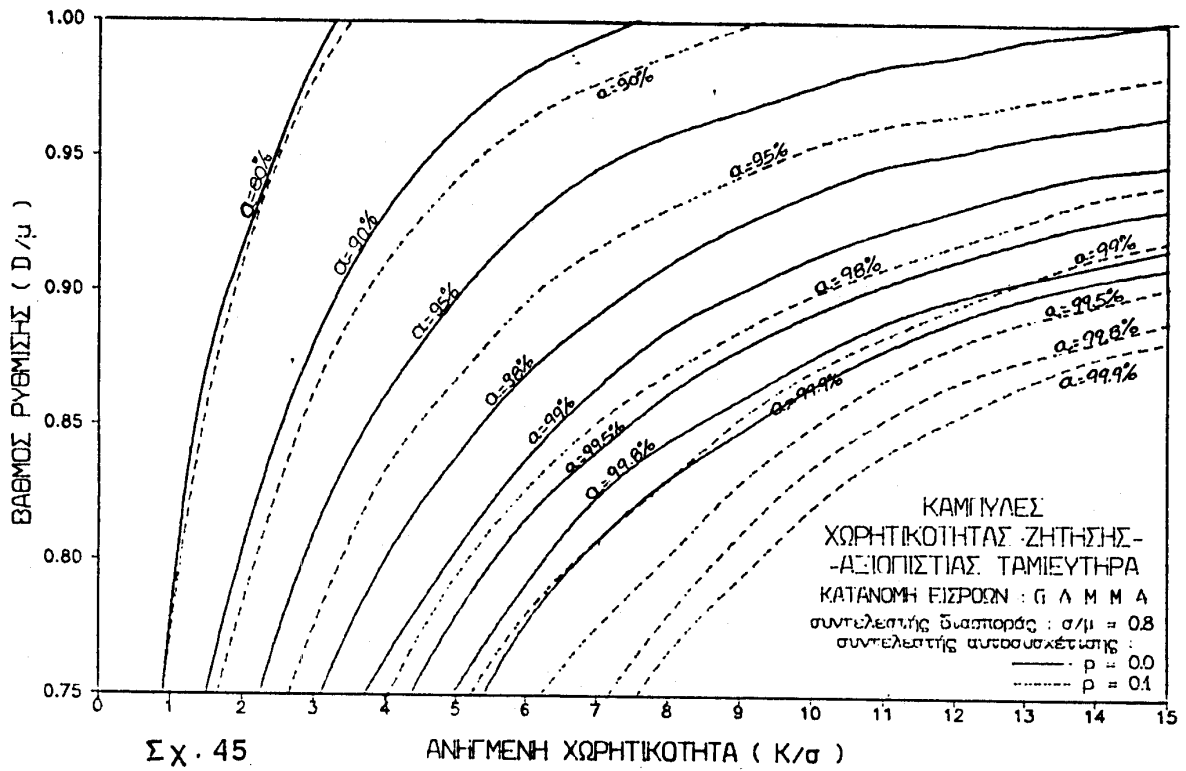


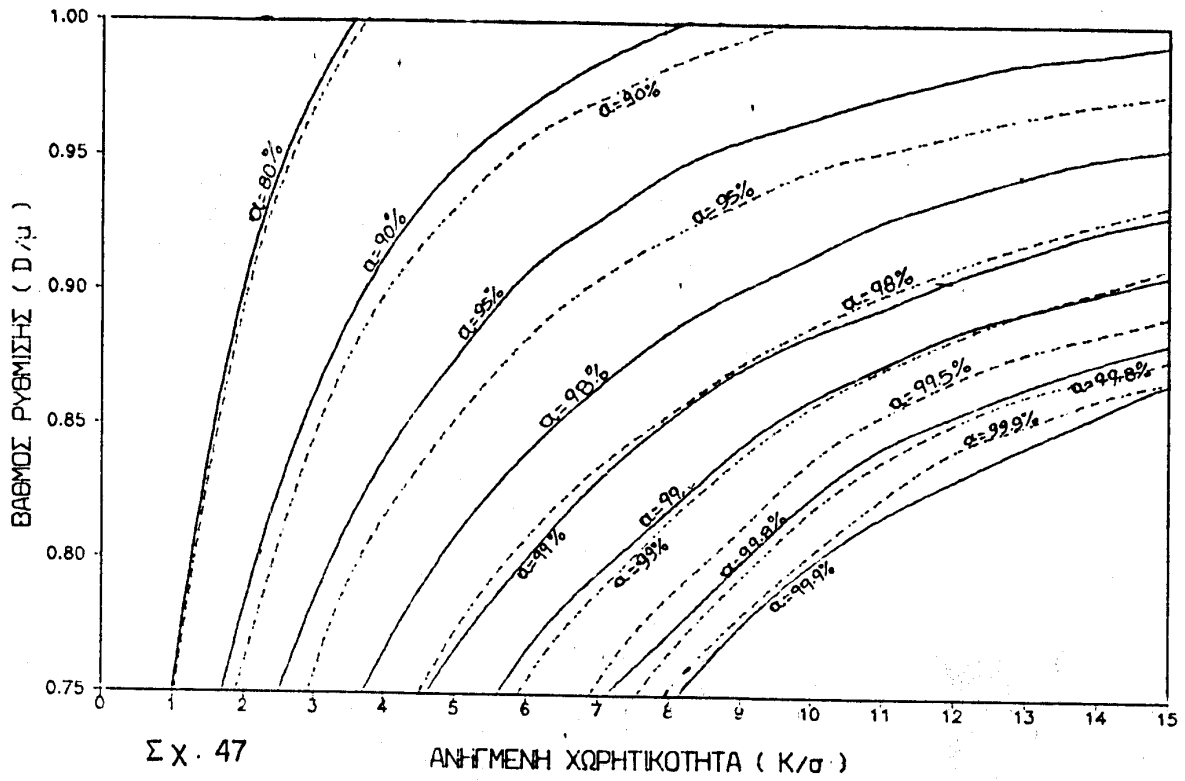
ΣΧ. 42

ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ-ΖΗΤΗΣΗΣ-  
 ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ  
 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΙΣΡΟΩΝ : Γ Α Μ Μ Α

συντελεστής διασποράς :  $\sigma/\mu = 0.6$   
 συντελεστής αυτοσυσκέτισης :  
 —————  $\rho = 0.2$   
 - - - - -  $\rho = 0.3$

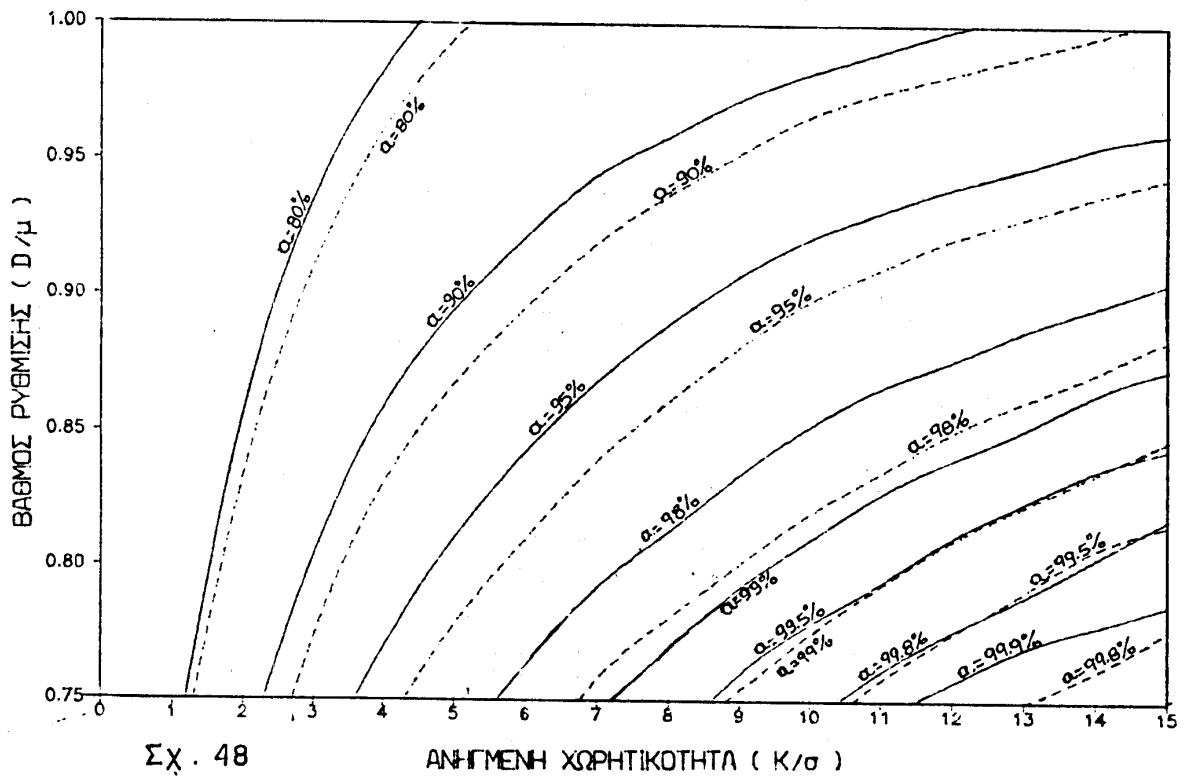






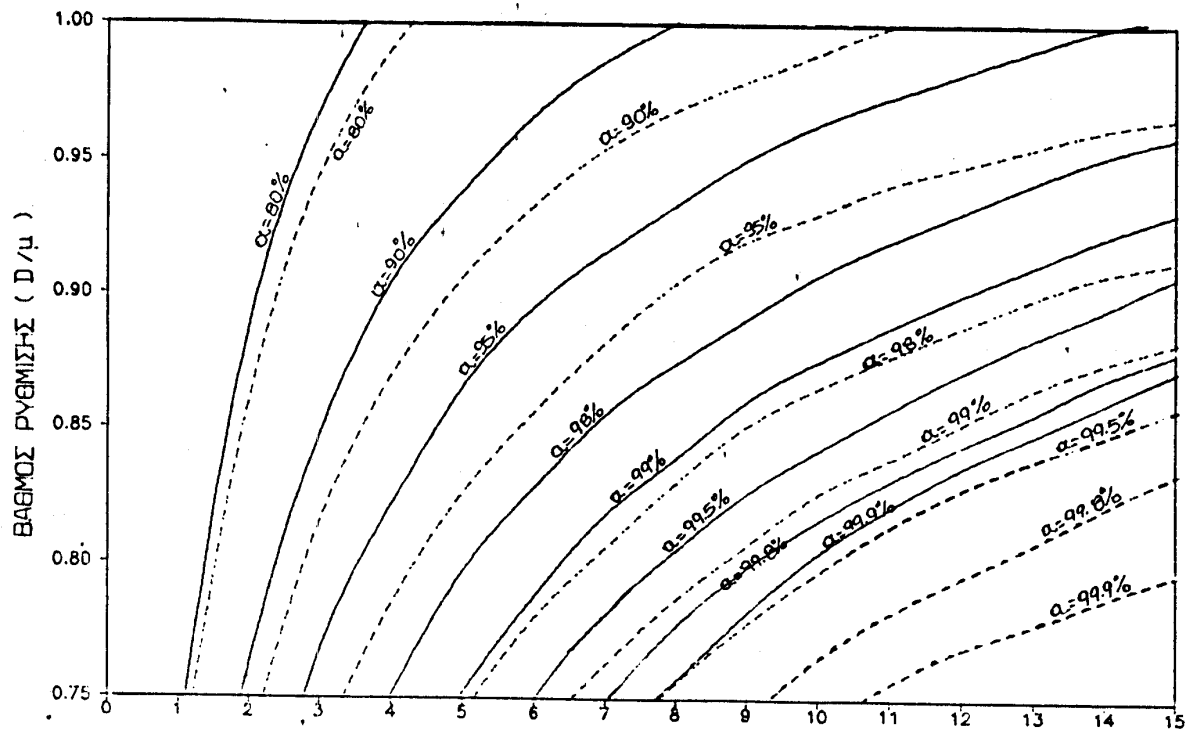
ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ-ΖΗΤΗΣΗΣ-  
 ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ  
 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΙΣΡΟΩΝ : G A M M A

συντελεστής διασποράς :  $\sigma/\mu = 0.9$   
 συντελεστής αυτοσυσχέτισης :  
 —————  $\rho = 0.0$   
 - - - - -  $\rho = 0.1$

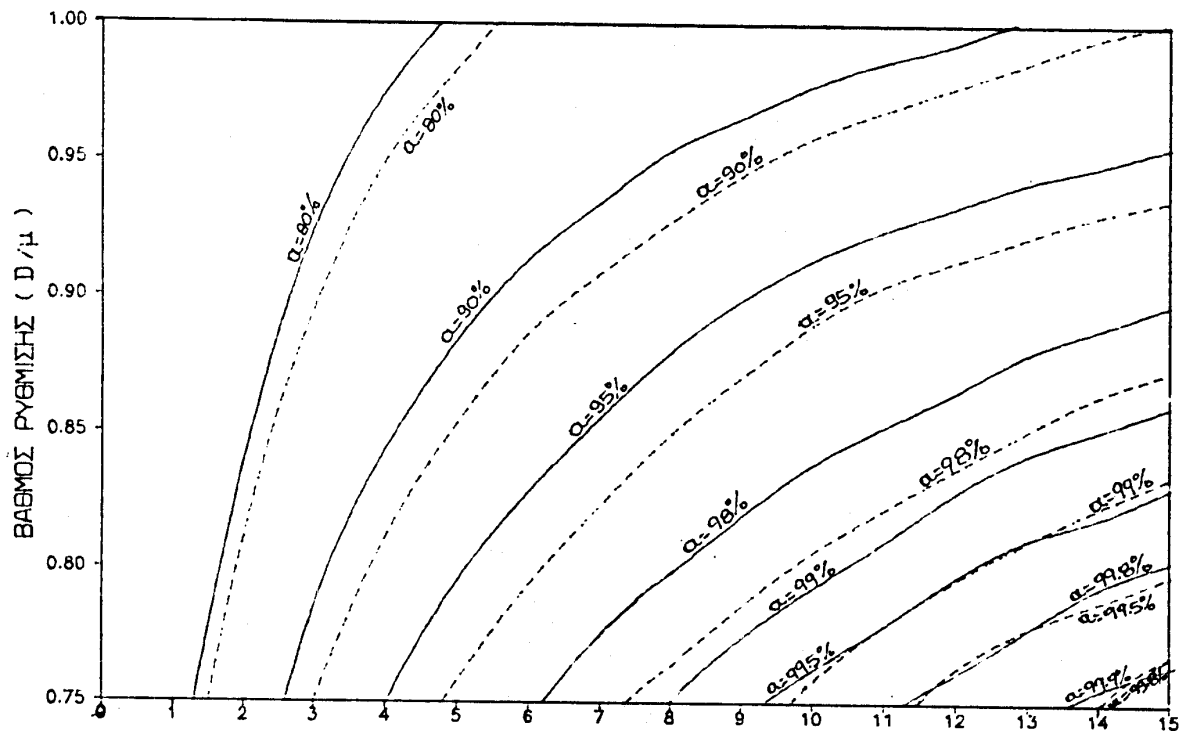


ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ-ΖΗΤΗΣΗΣ-  
 ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ  
 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΙΣΡΟΩΝ : G A M M A

συντελεστής διασποράς :  $\sigma/\mu = 0.9$   
 συντελεστής αυτοσυσχέτισης :  
 —————  $\rho = 0.2$   
 - - - - -  $\rho = 0.3$

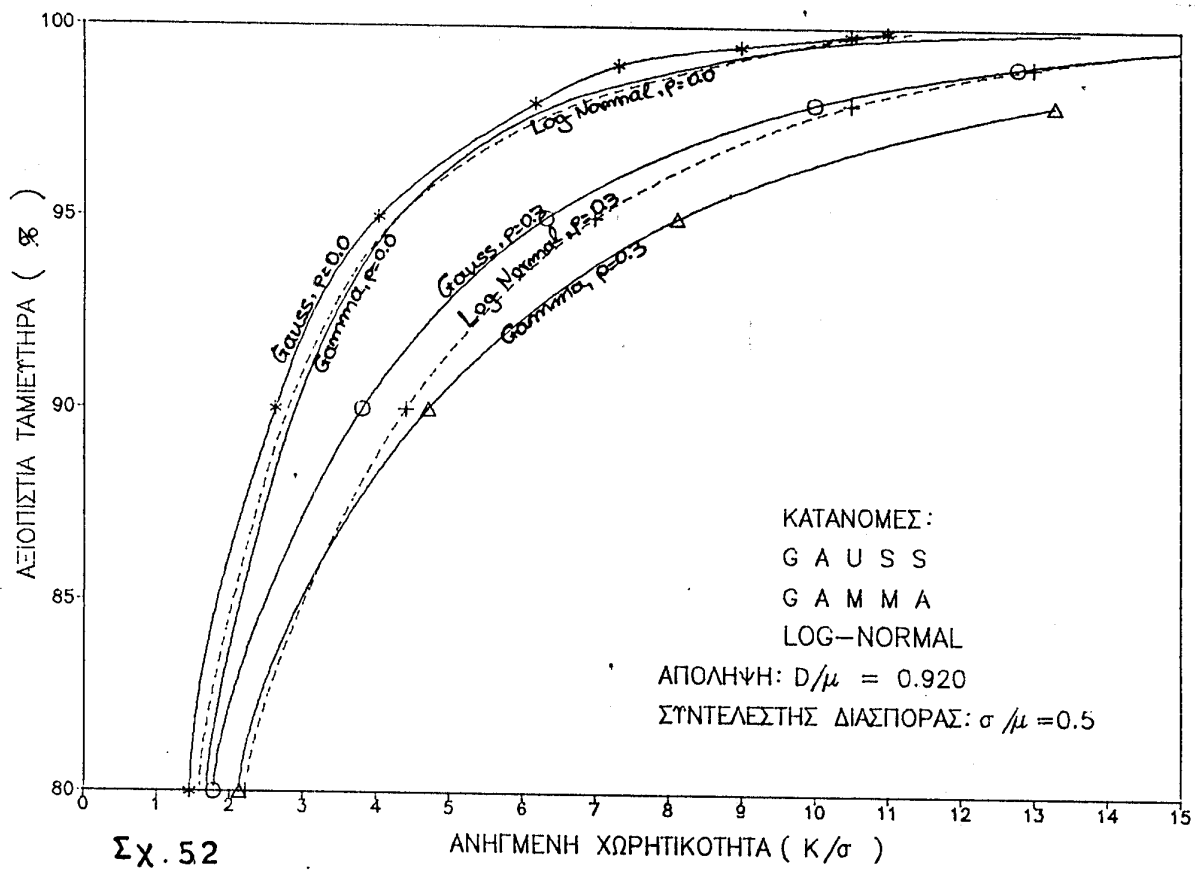
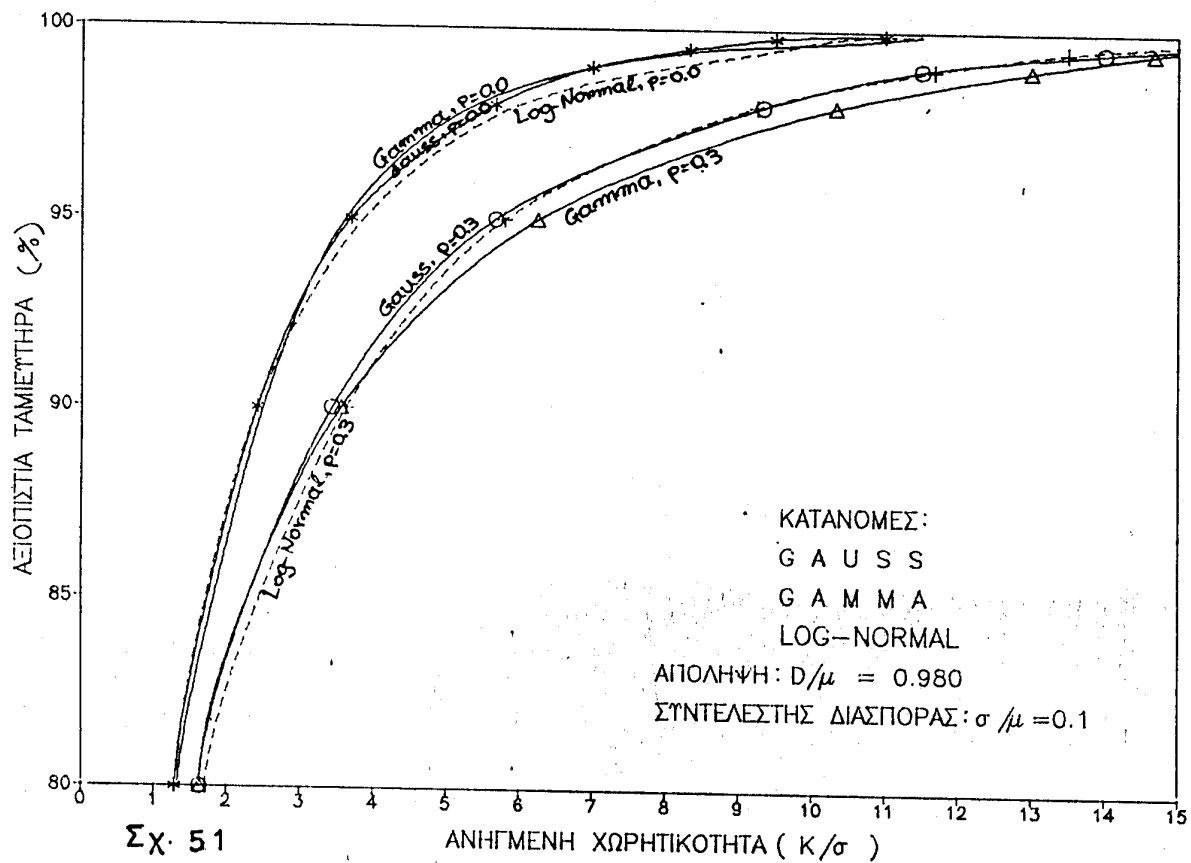


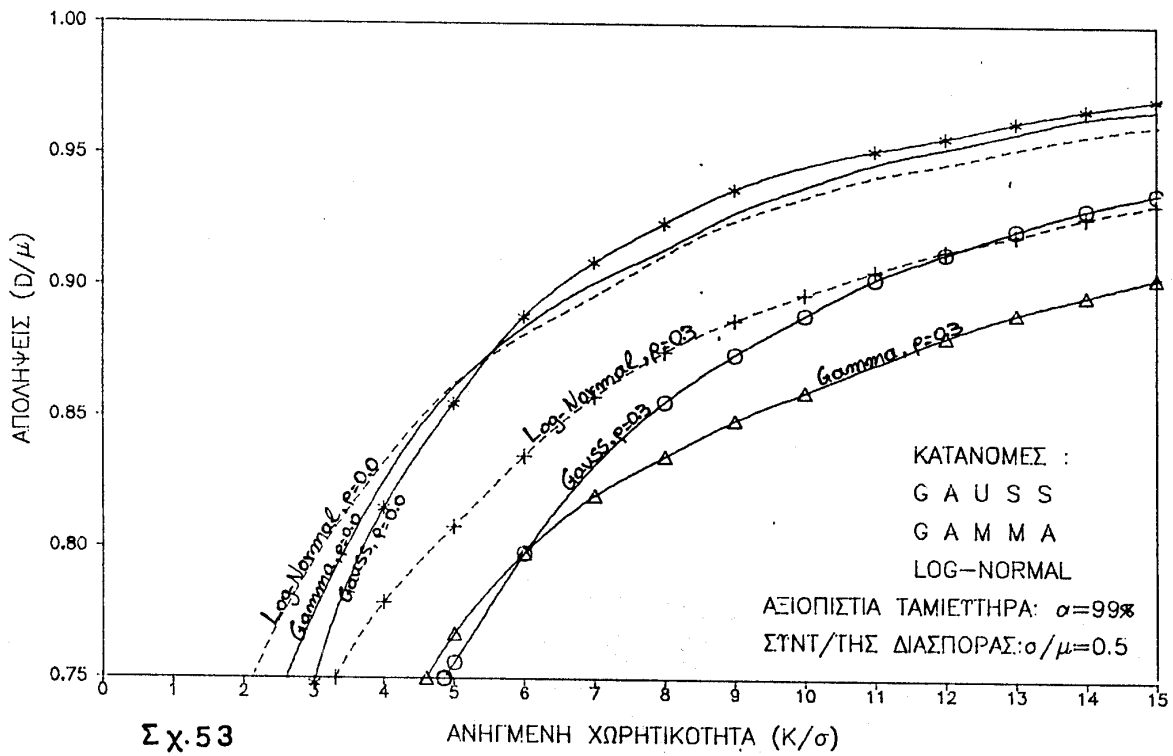
Σχ. 49 ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (  $K/\sigma$  )  
 ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ-ΖΗΤΗΣΗΣ-  
 ΑΞΙΟΓΙΣΤΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ  
 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΙΣΡΟΩΝ : Γ Α Μ Μ Α  
 συντελεστής διασποράς :  $\sigma/\mu = 1.0$   
 συντελεστής αυτοσυσχέτισης :  
 —————  $\rho = 0.0$   
 - - - - -  $\rho = 0.1$



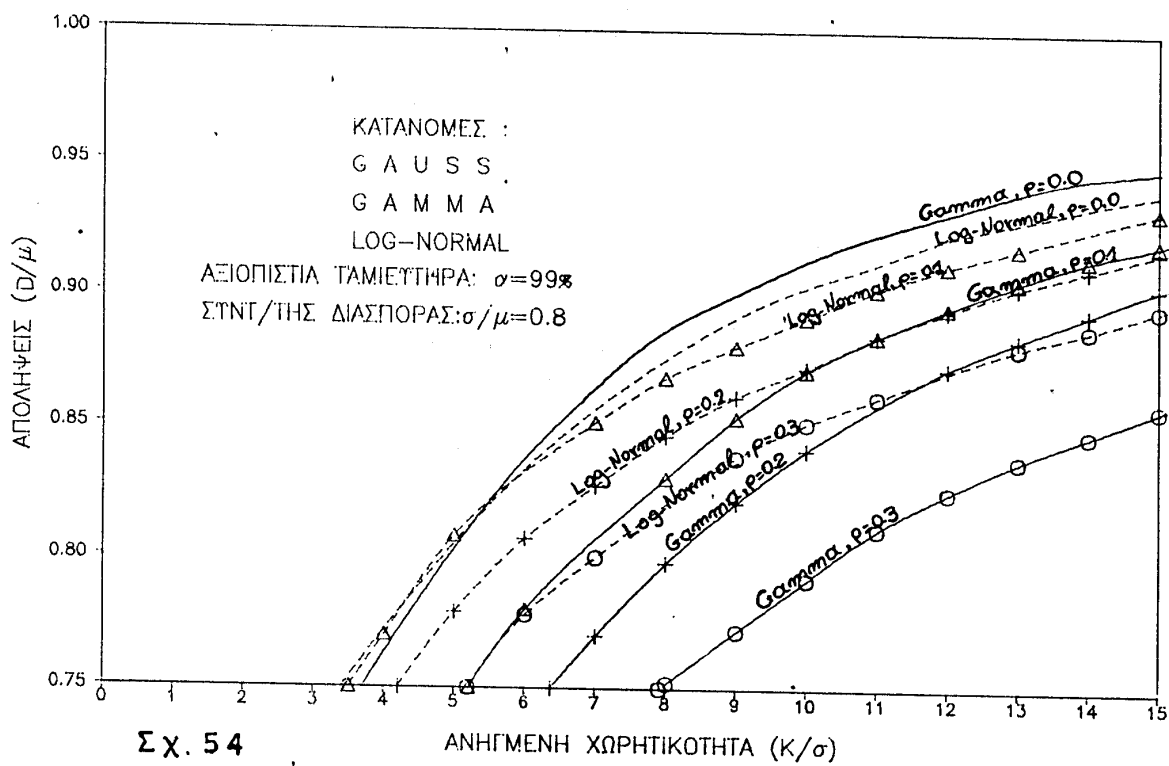
Σχ. 50 ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (  $K/\sigma$  )  
 ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ-ΖΗΤΗΣΗΣ-  
 ΑΞΙΟΓΙΣΤΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ  
 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΙΣΡΟΩΝ : Γ Α Μ Μ Α  
 συντελεστής διασποράς :  $\sigma/\mu = 1.0$   
 συντελεστής αυτοσυσχέτισης :  
 —————  $\rho = 0.2$   
 - - - - -  $\rho = 0.3$



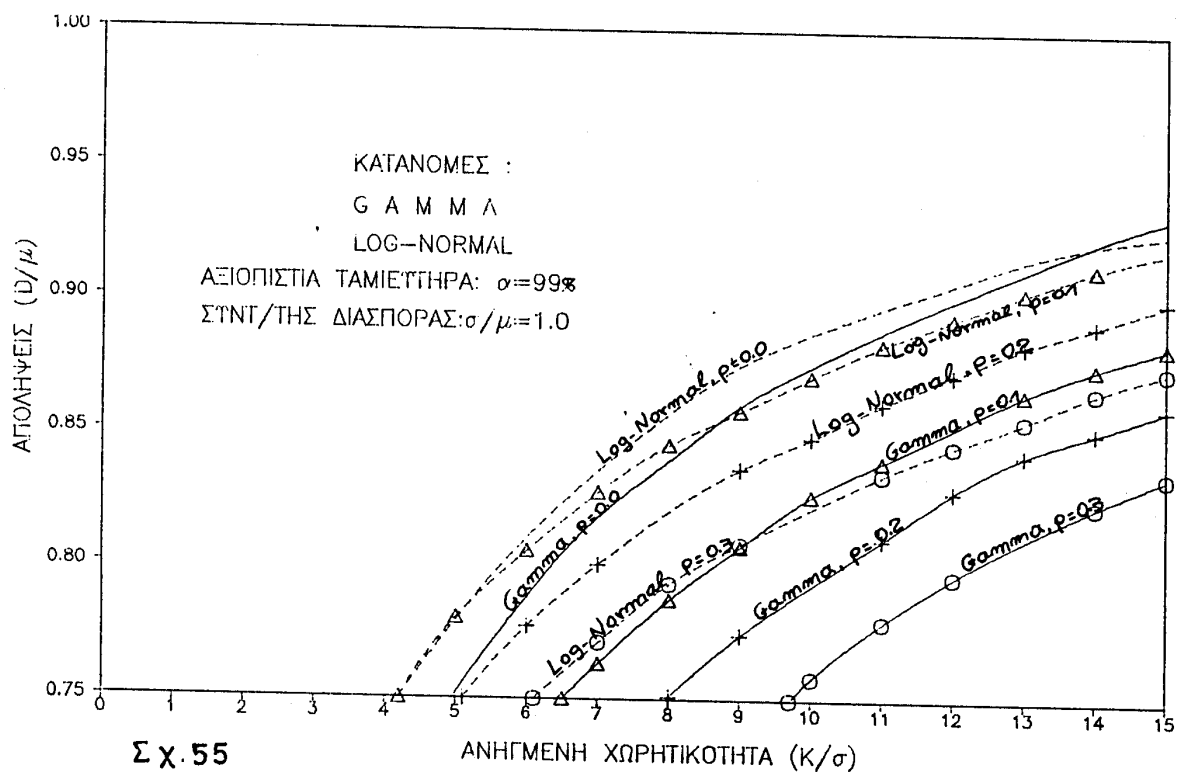




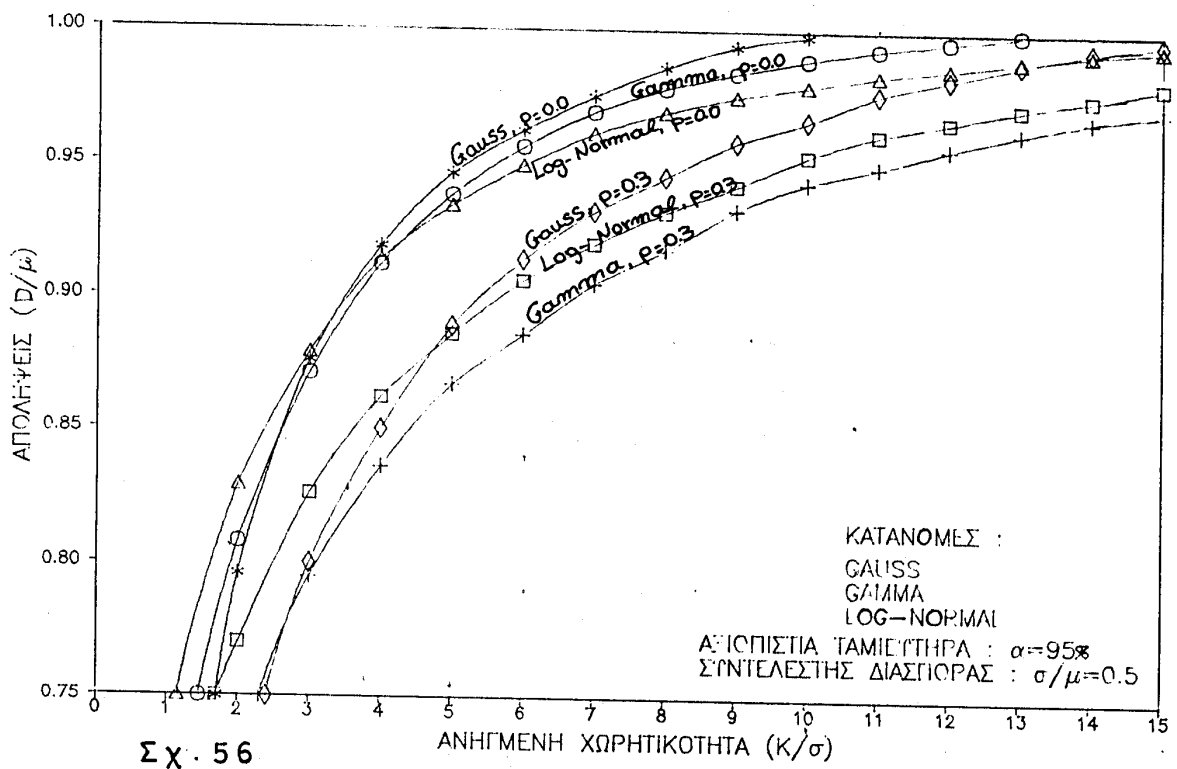
Σχ. 53



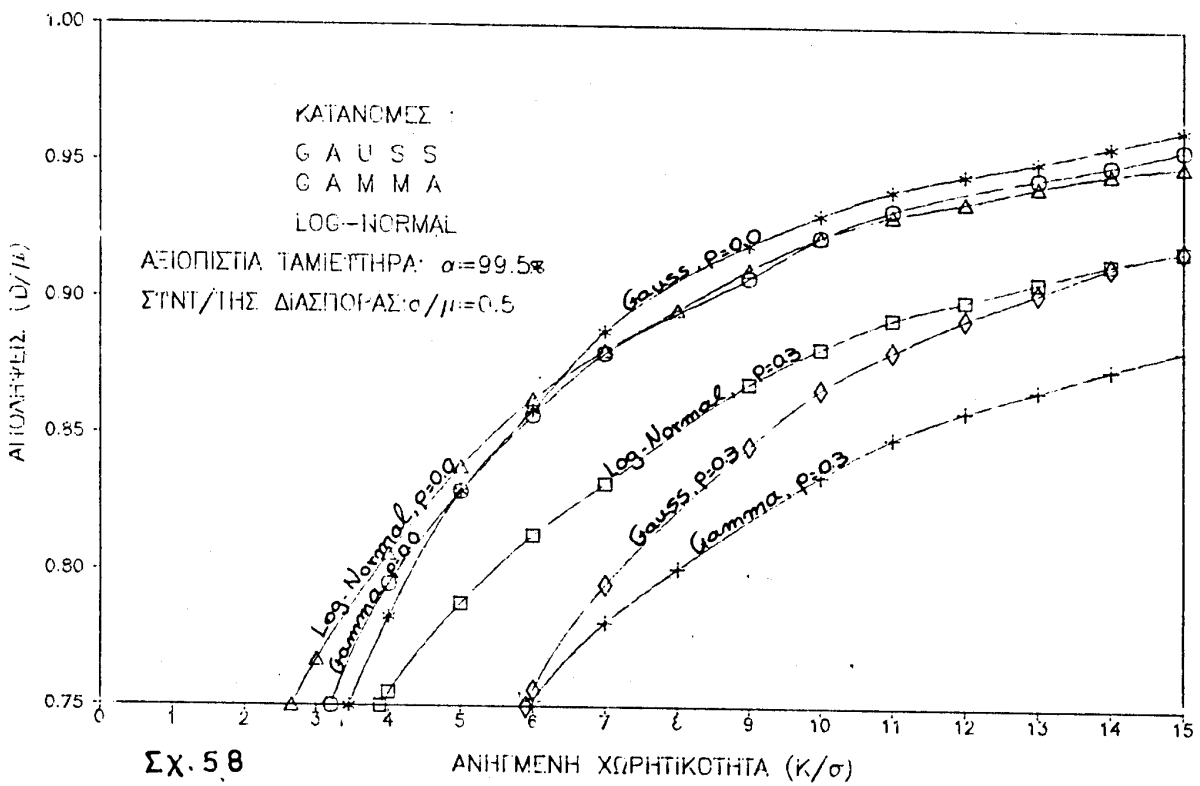
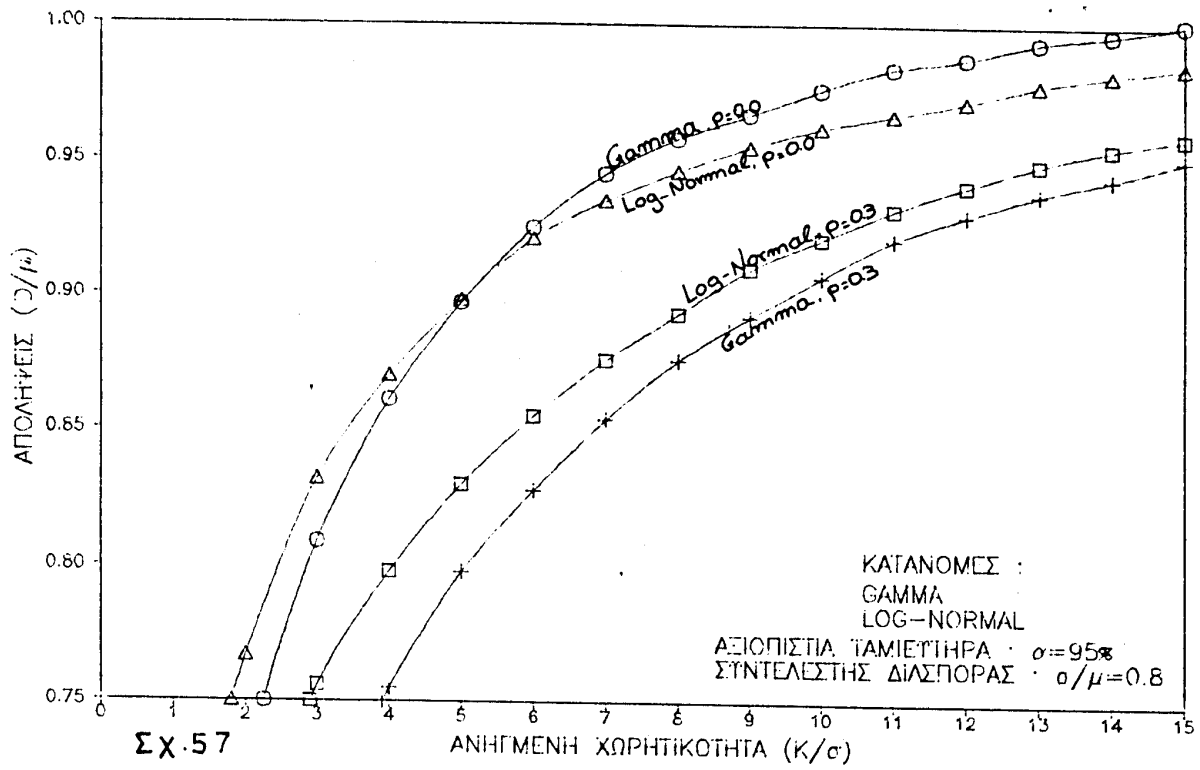
Σχ. 54

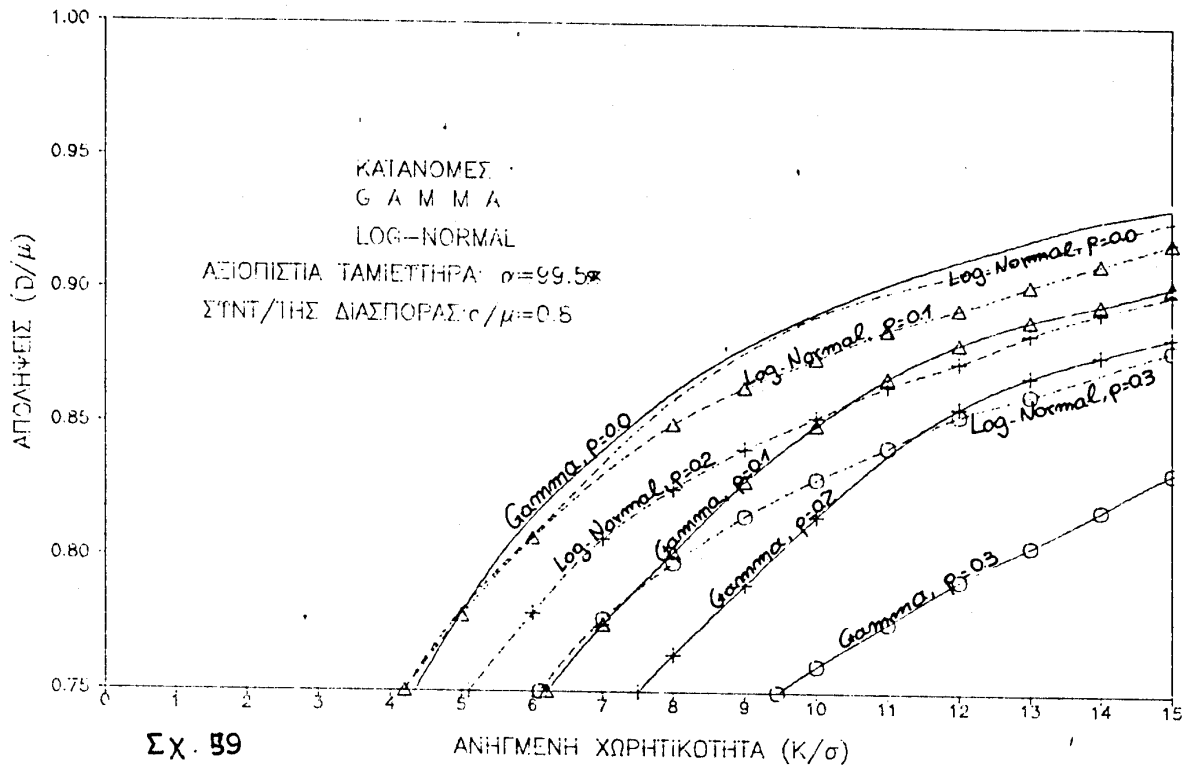


Σ χ. 55

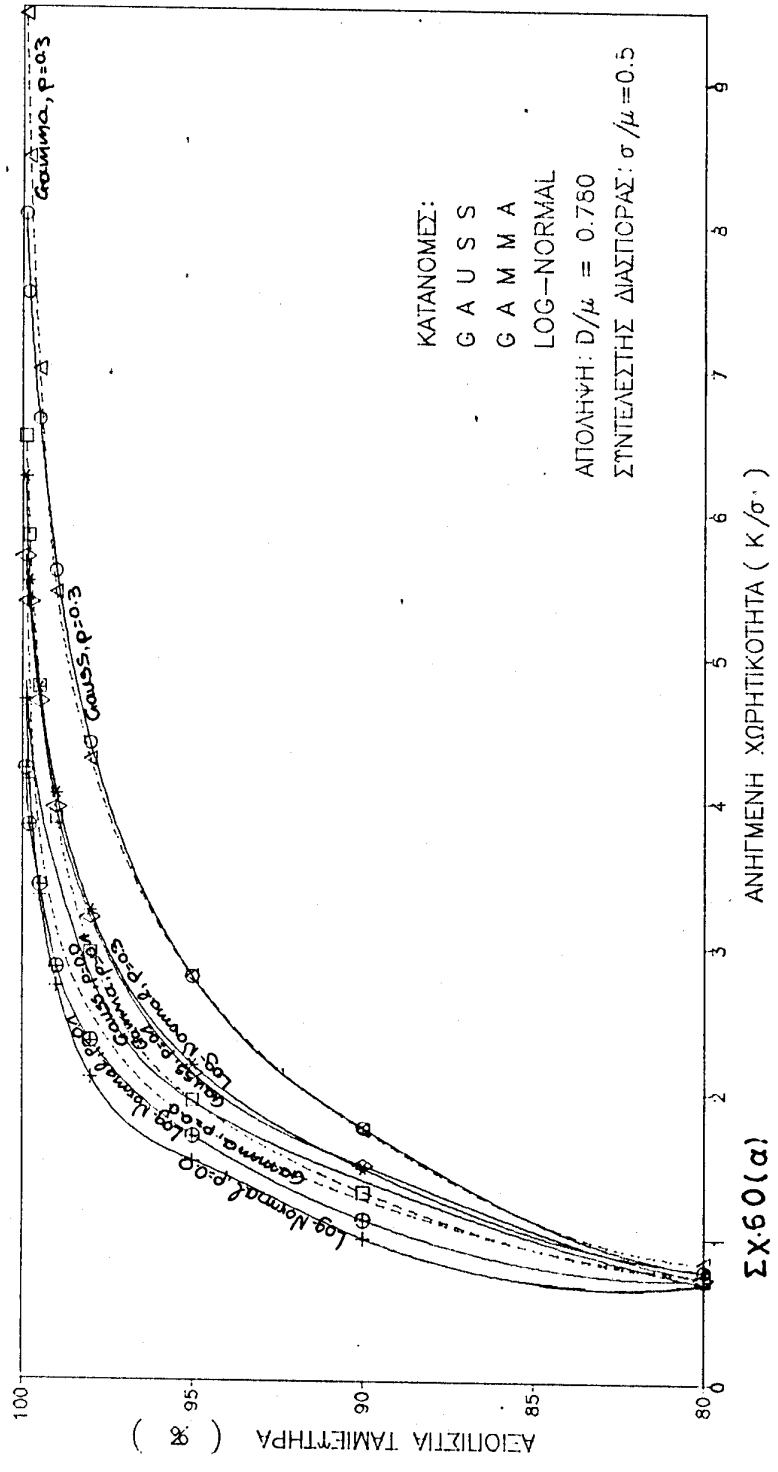


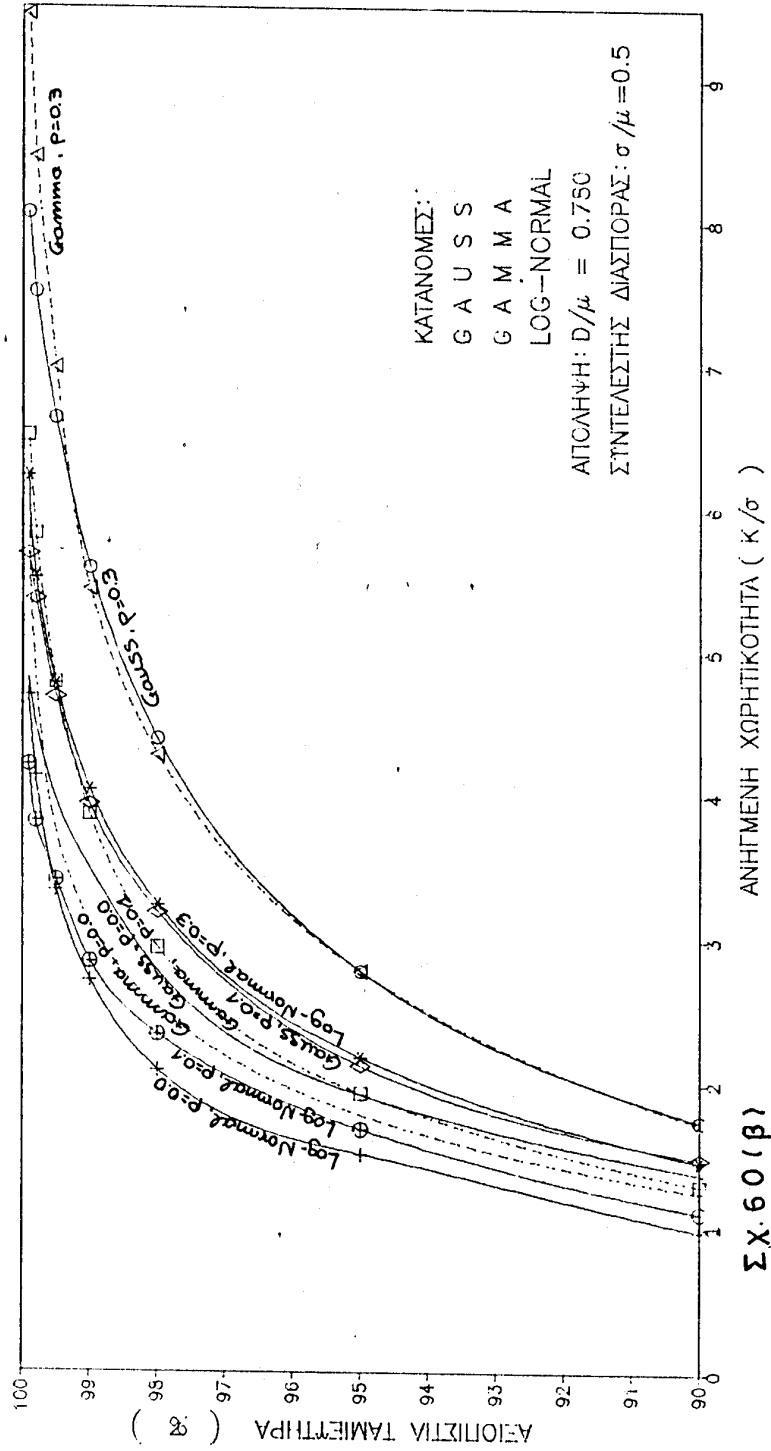
Σ χ. 56

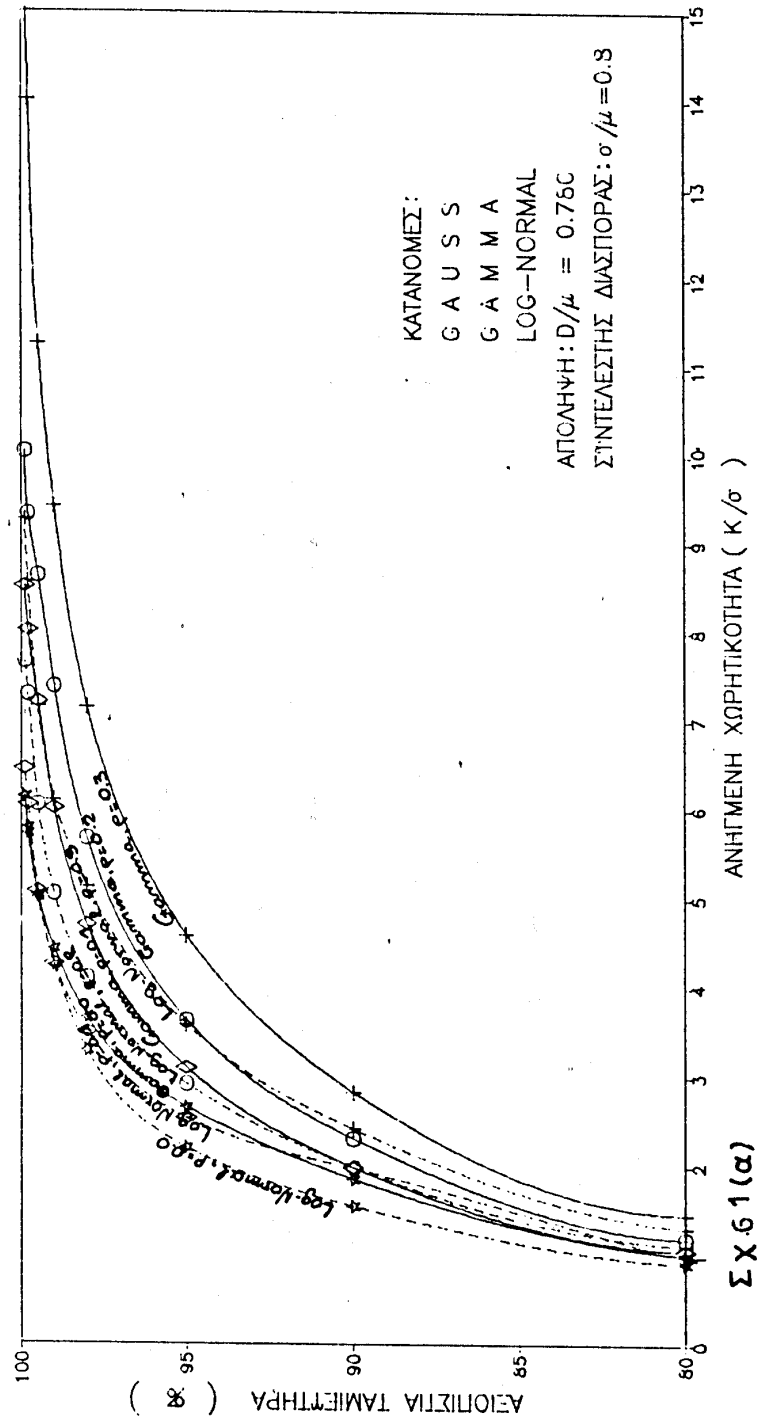




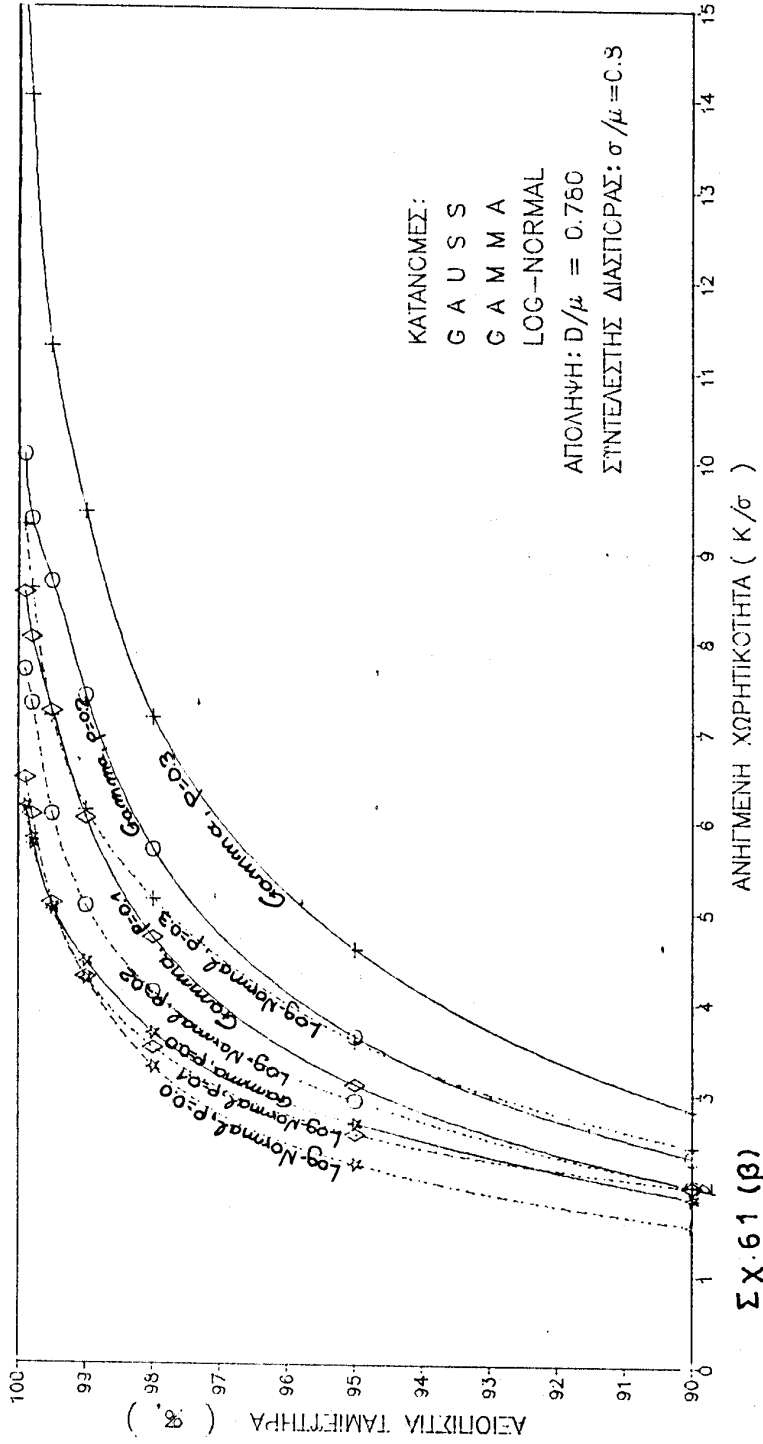
ΣΧ. 59

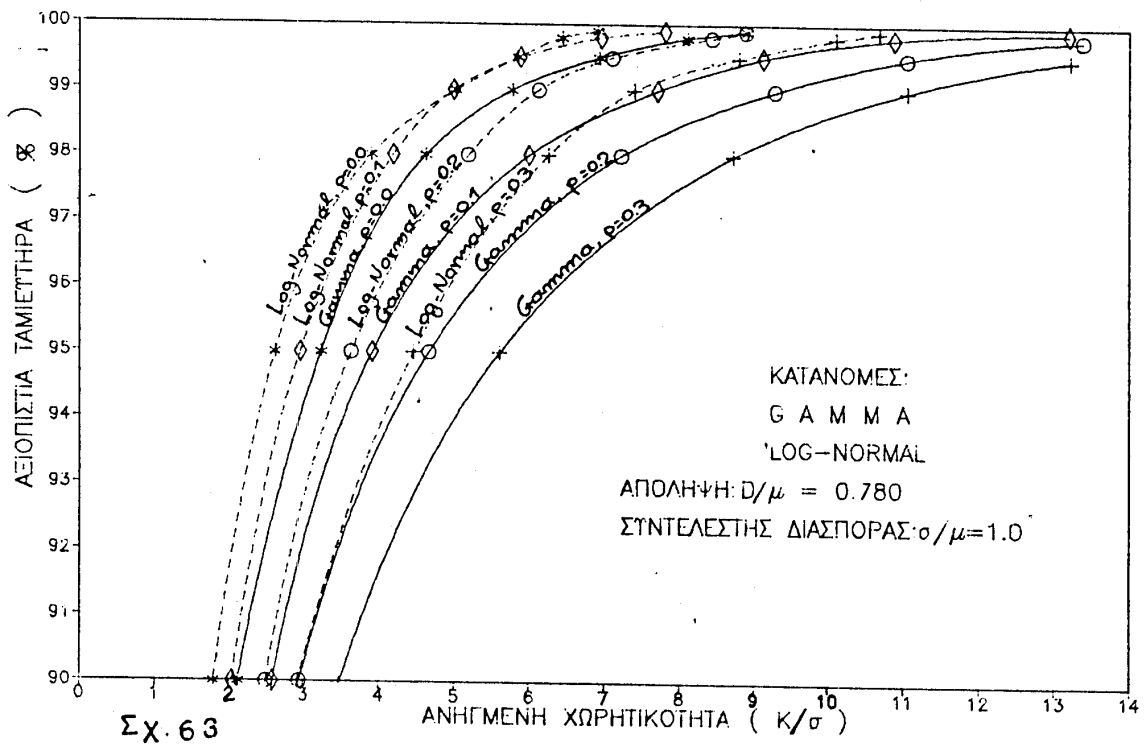
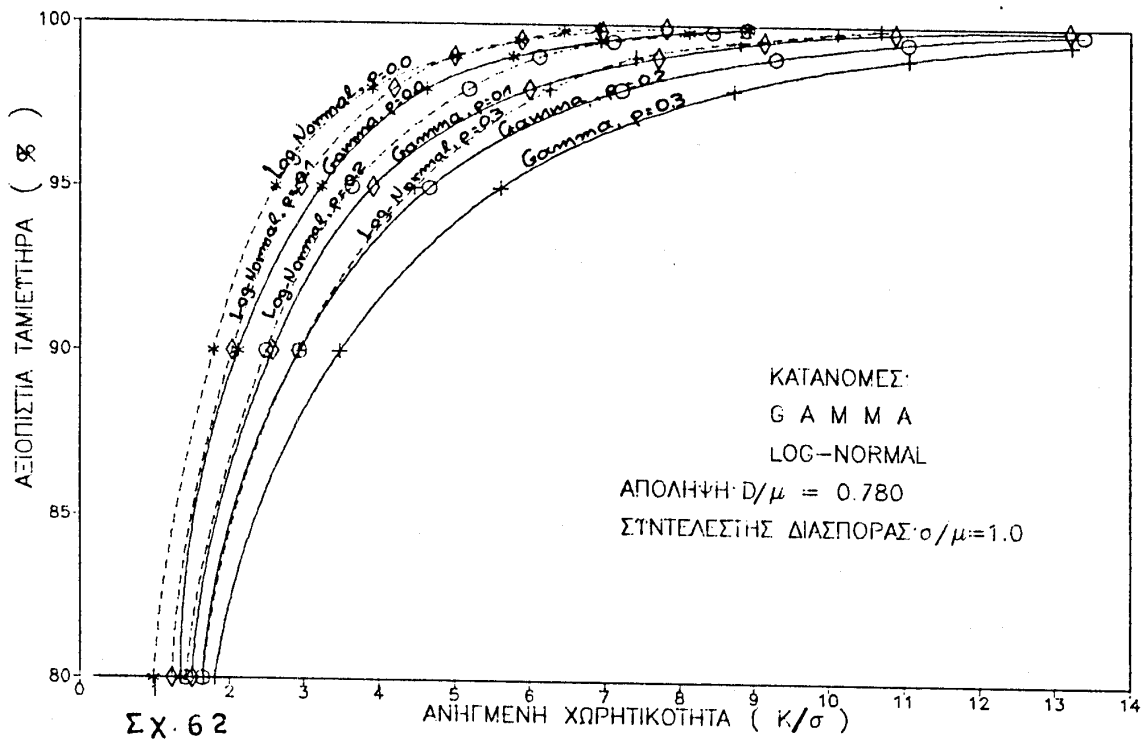


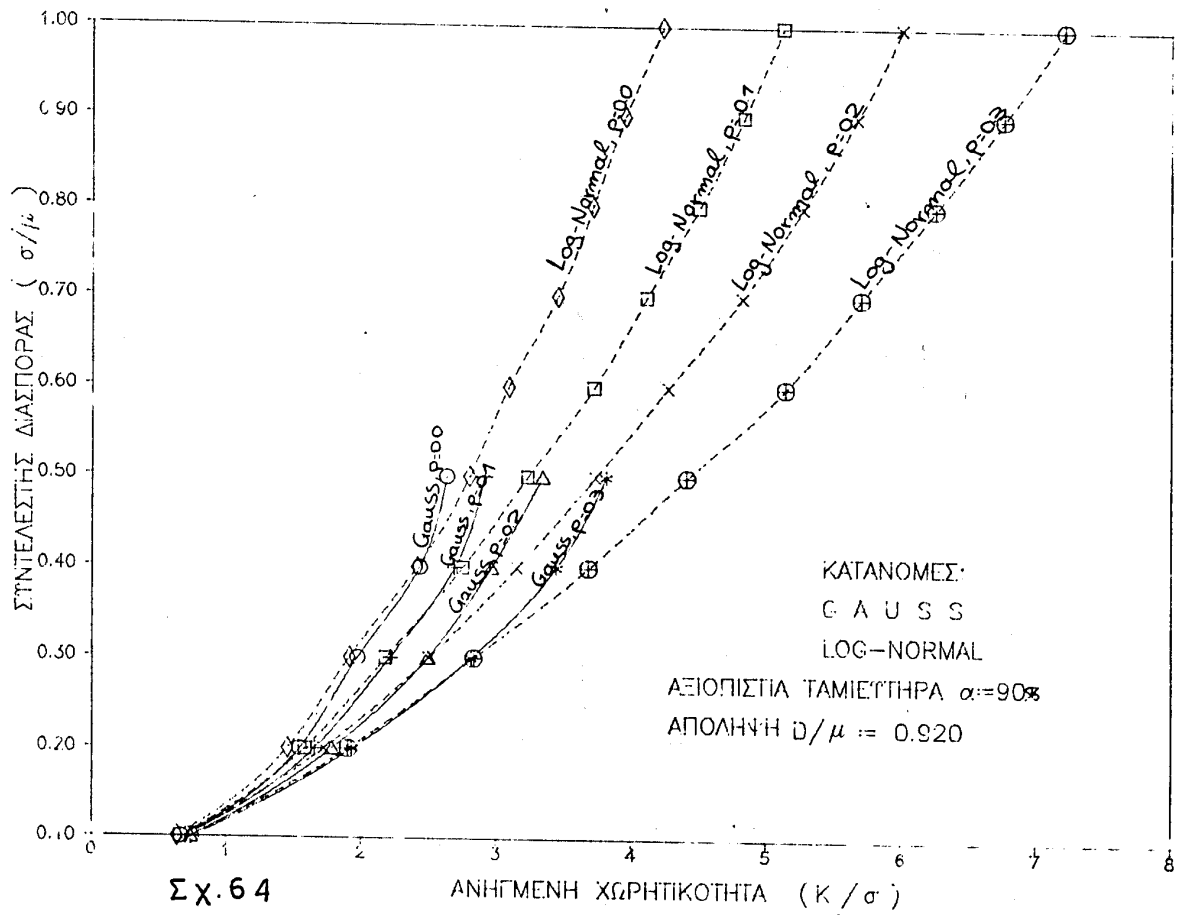


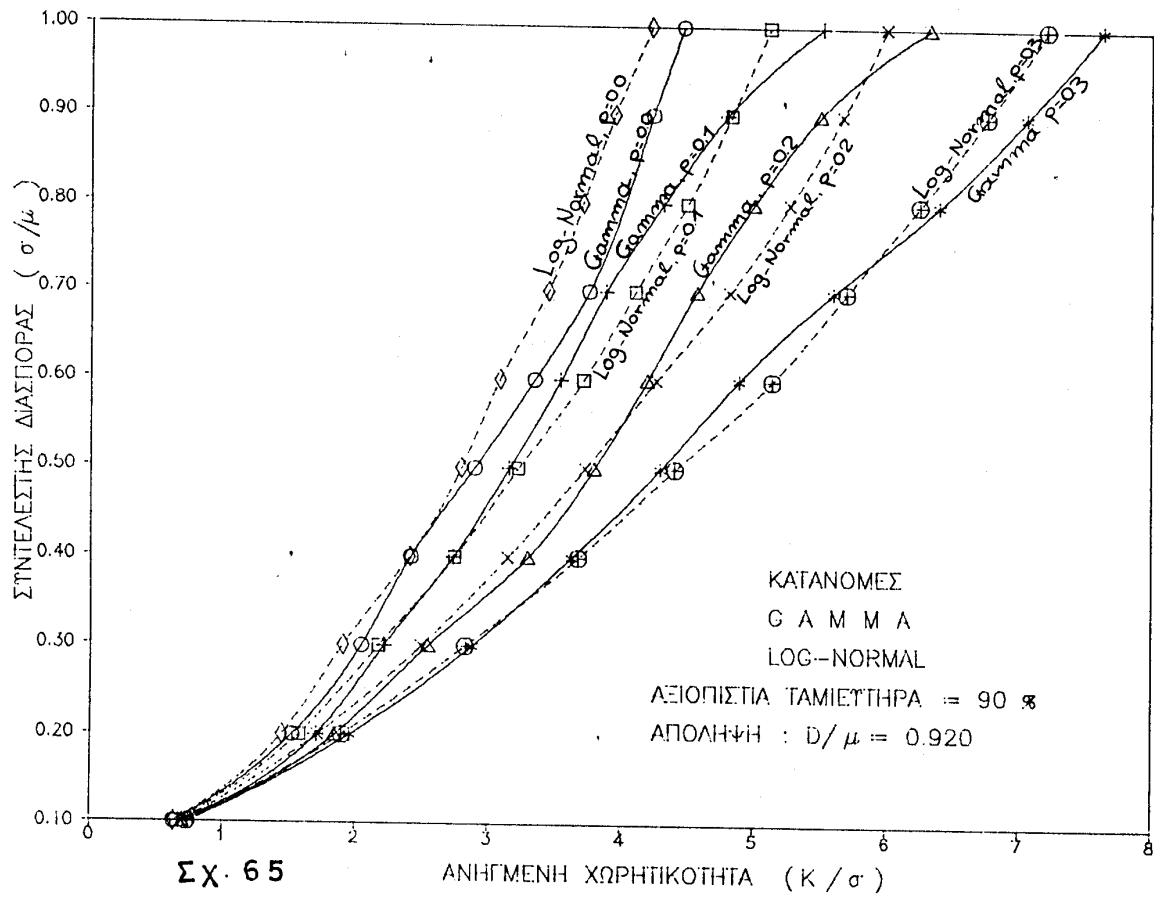




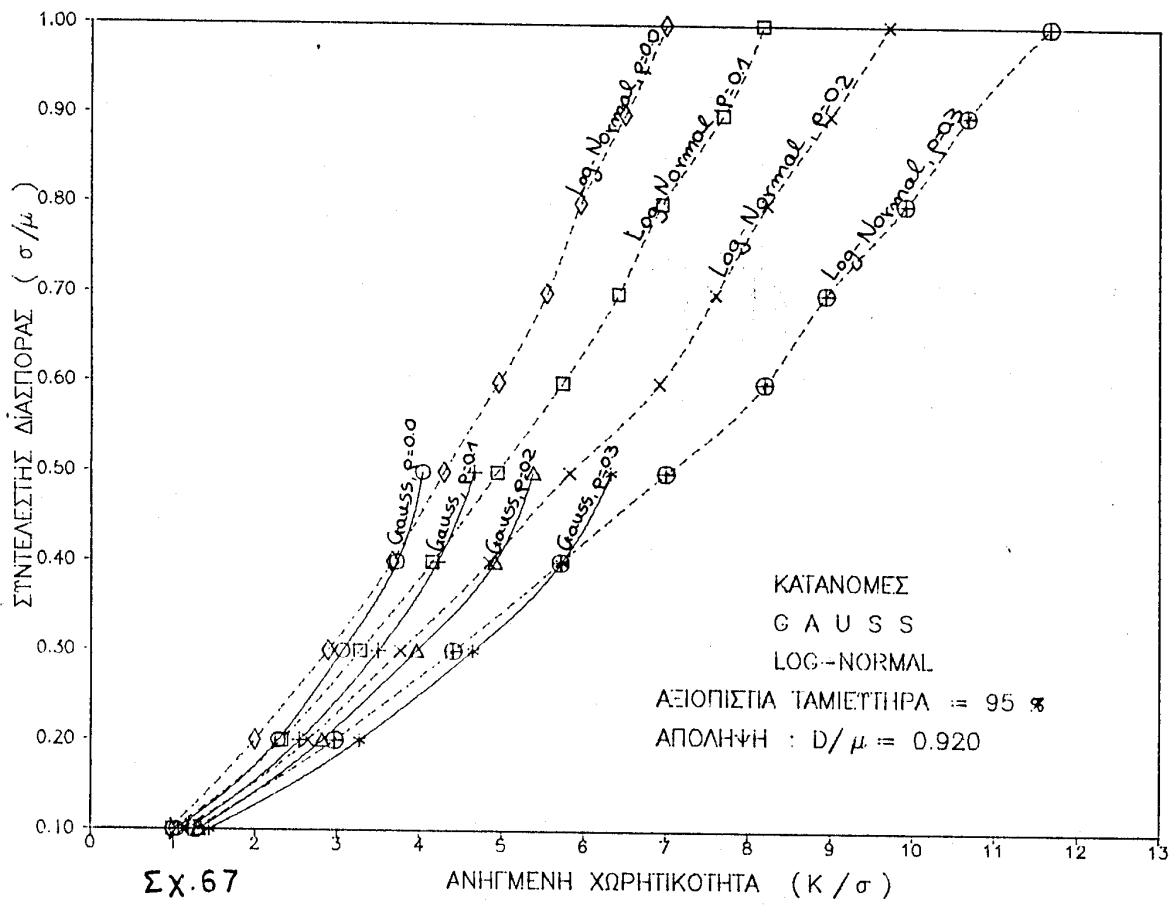


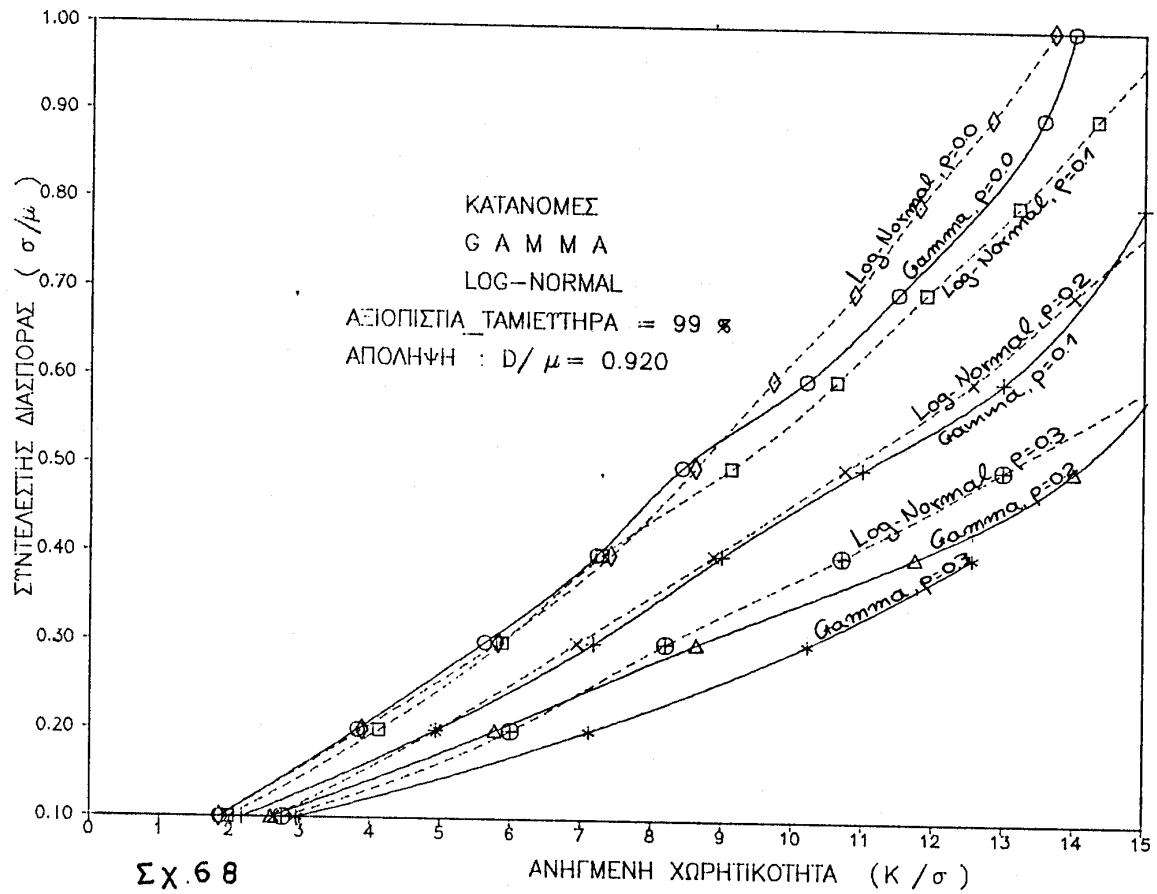


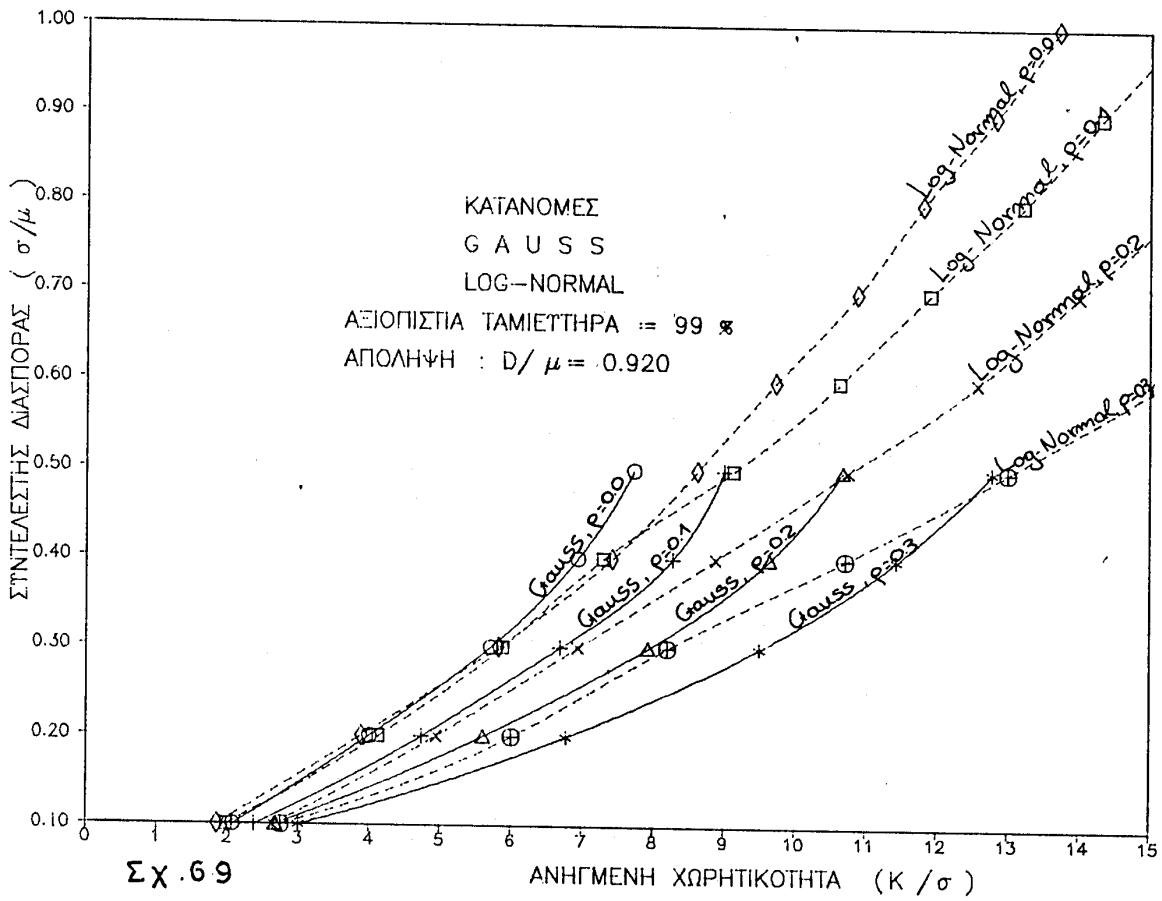




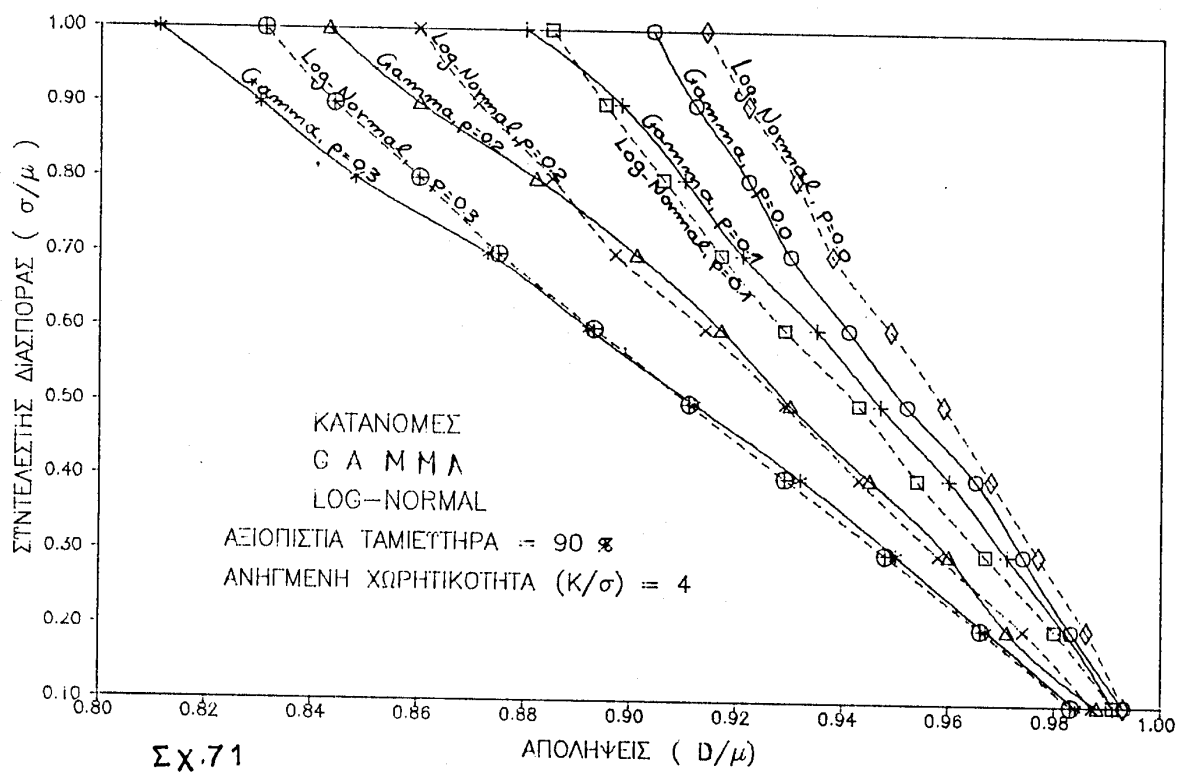
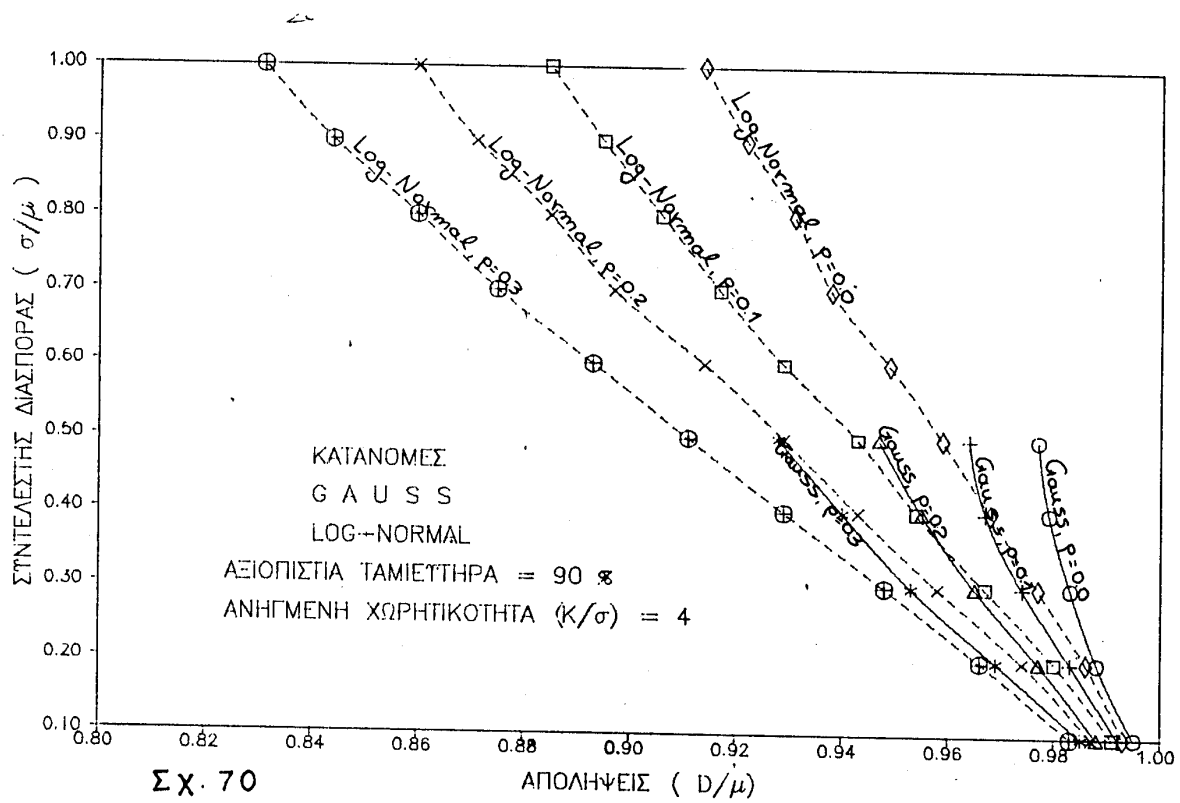


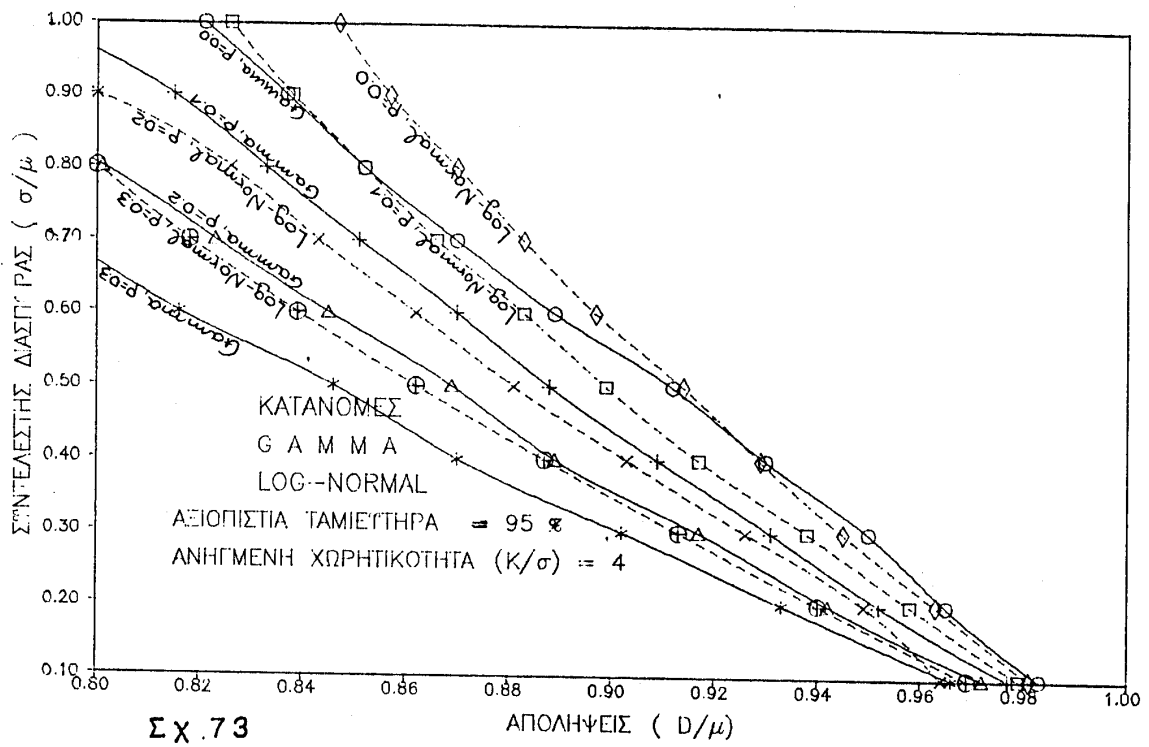
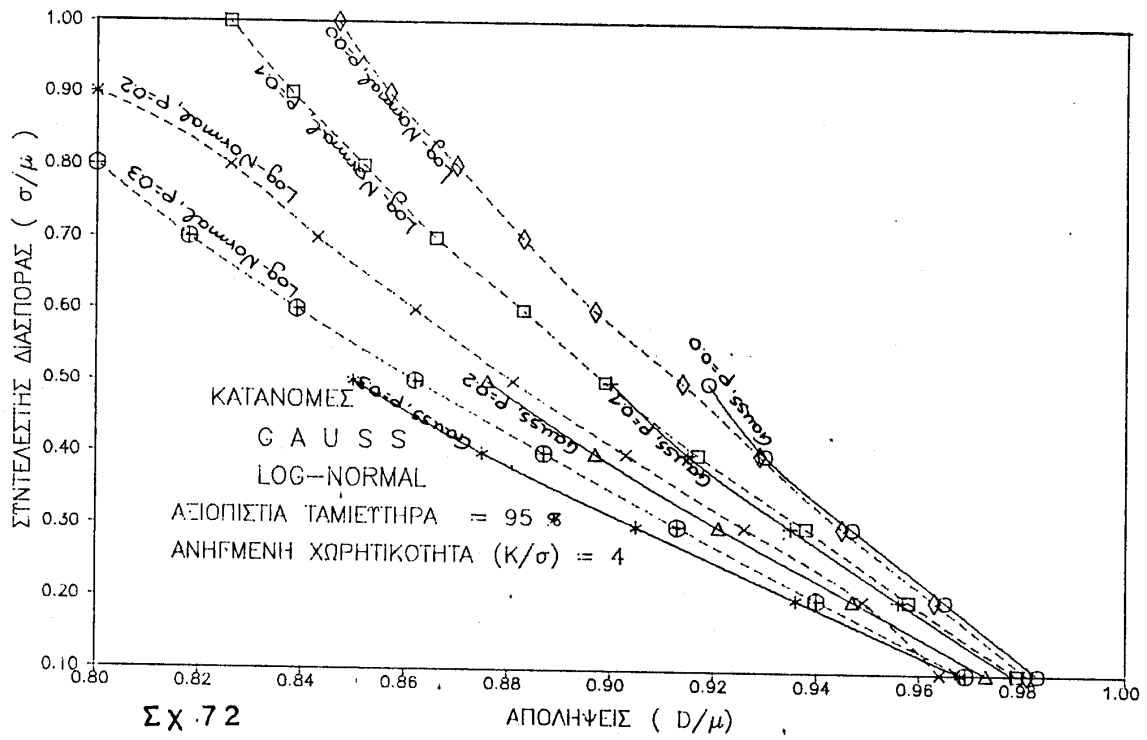


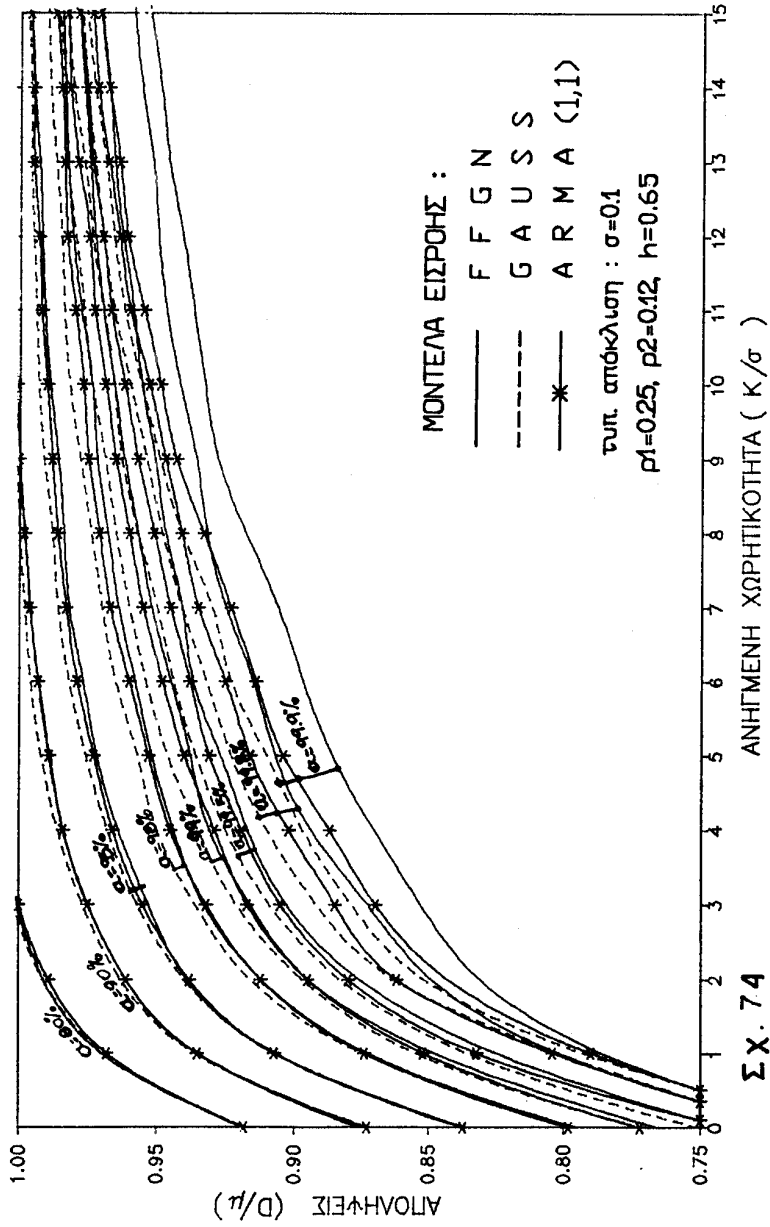




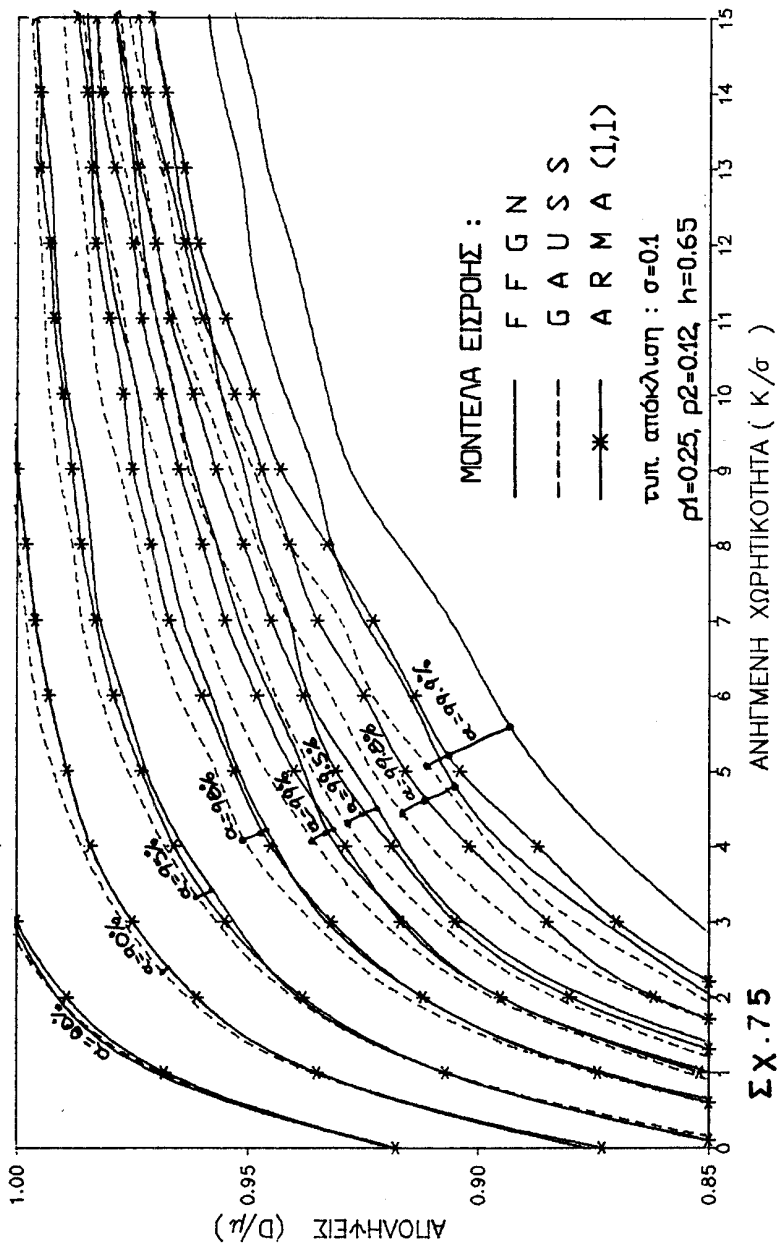




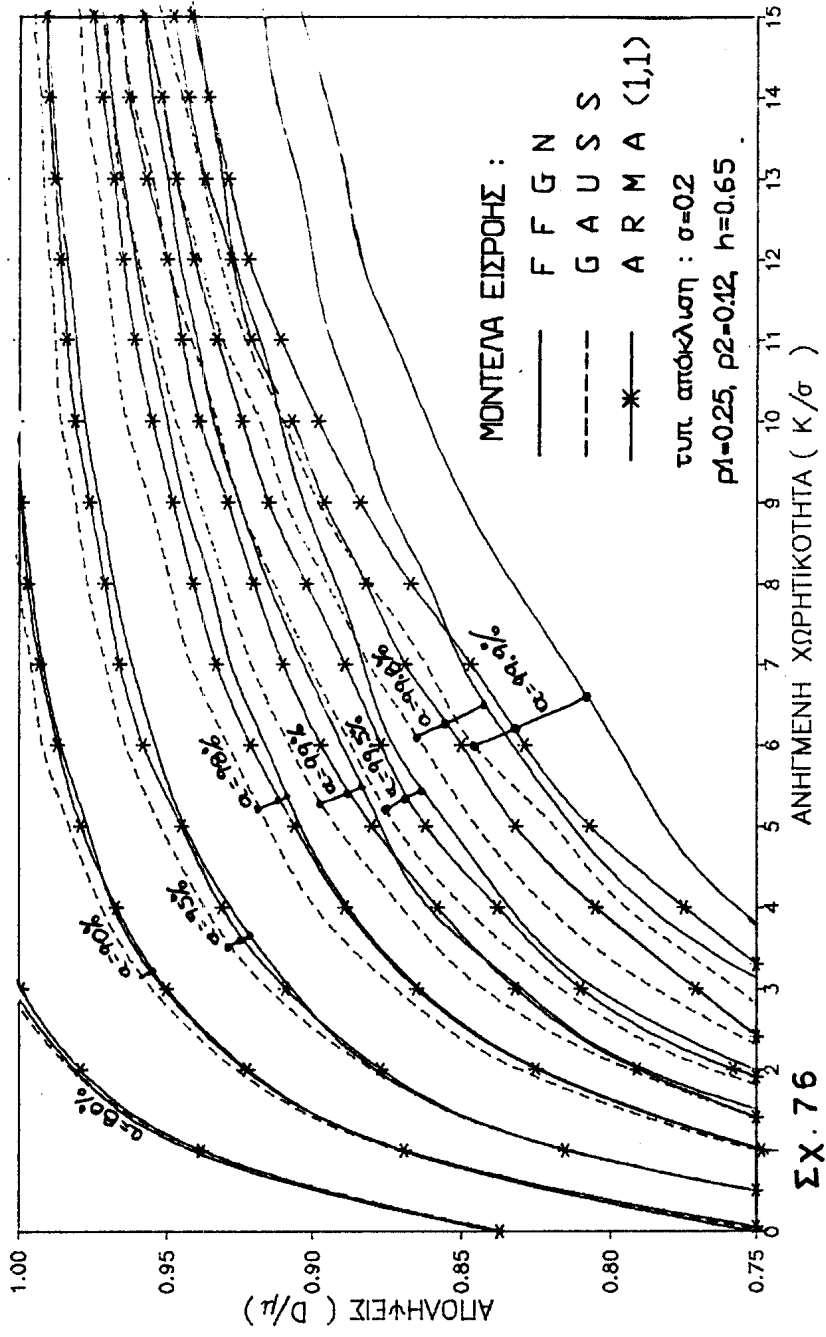




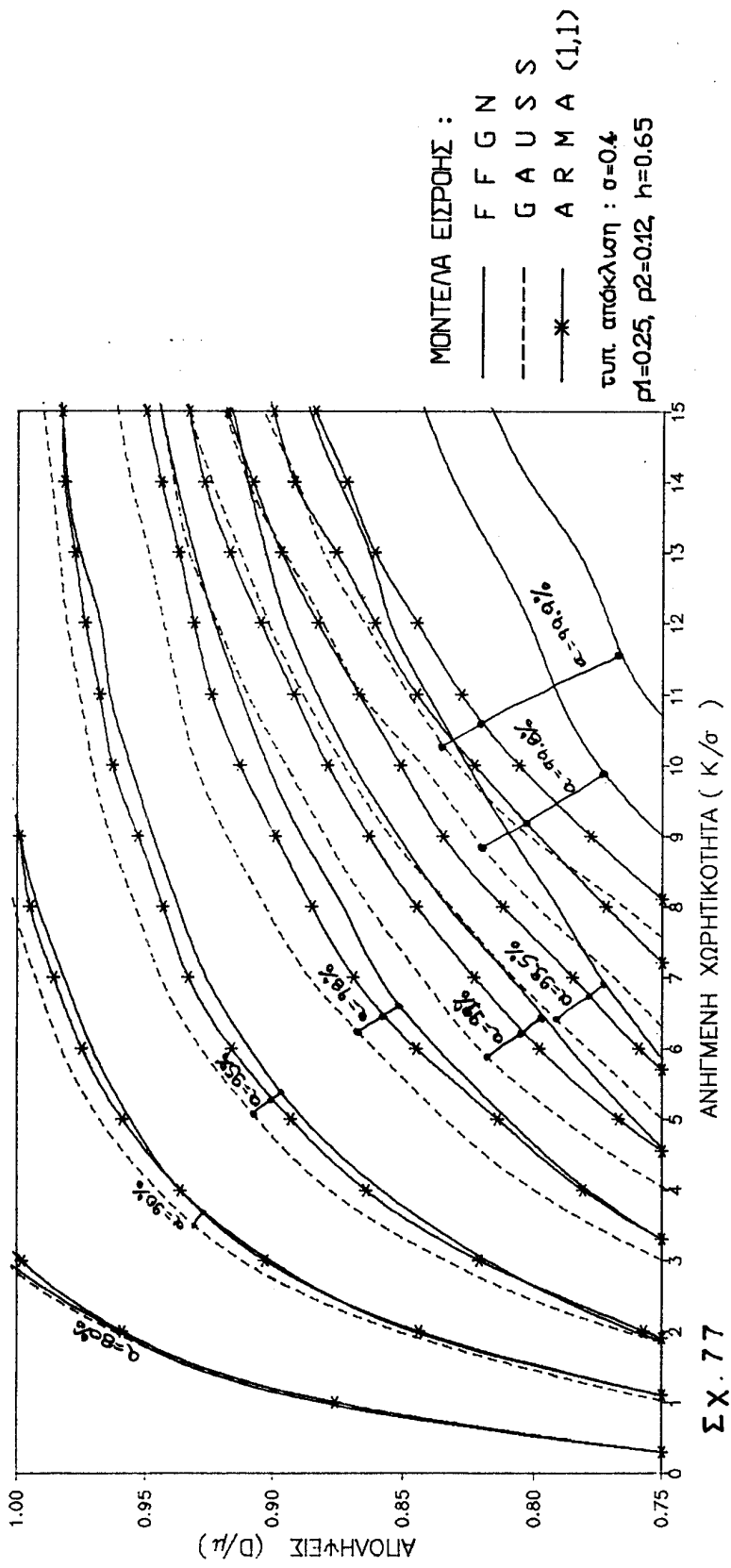
Σ Χ. 74



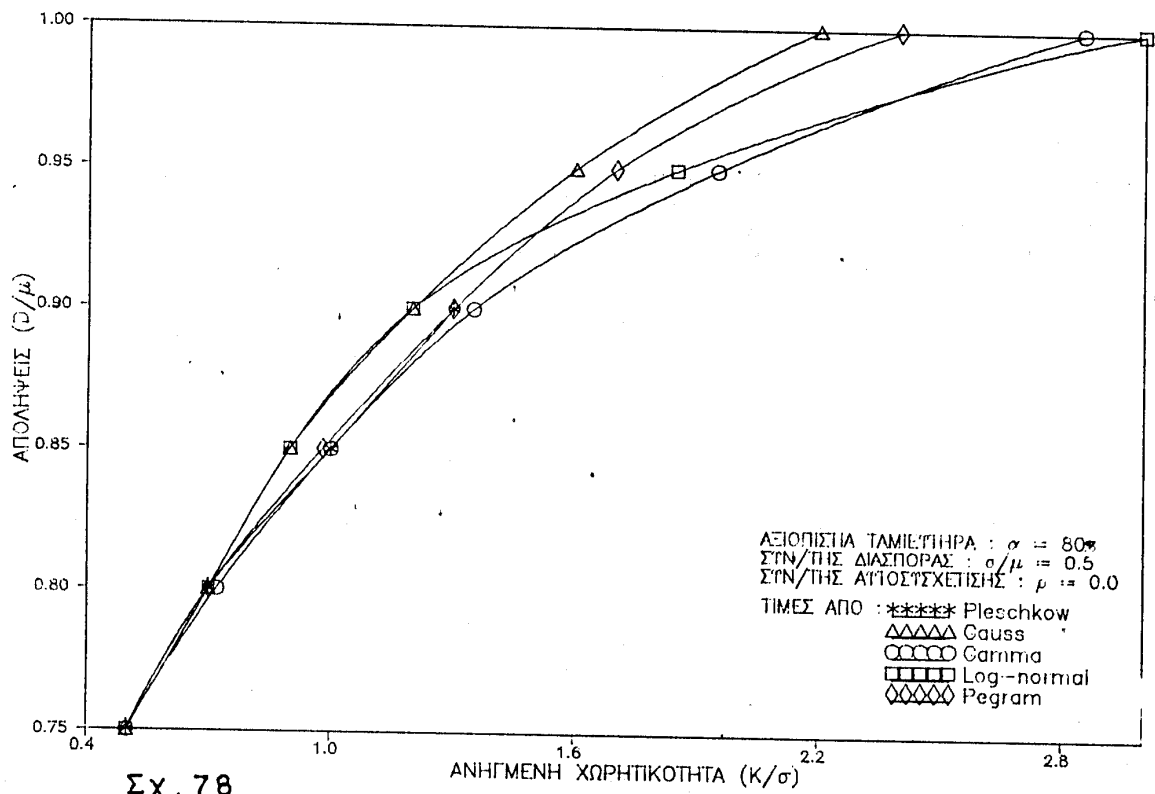
Σ X . 7 5



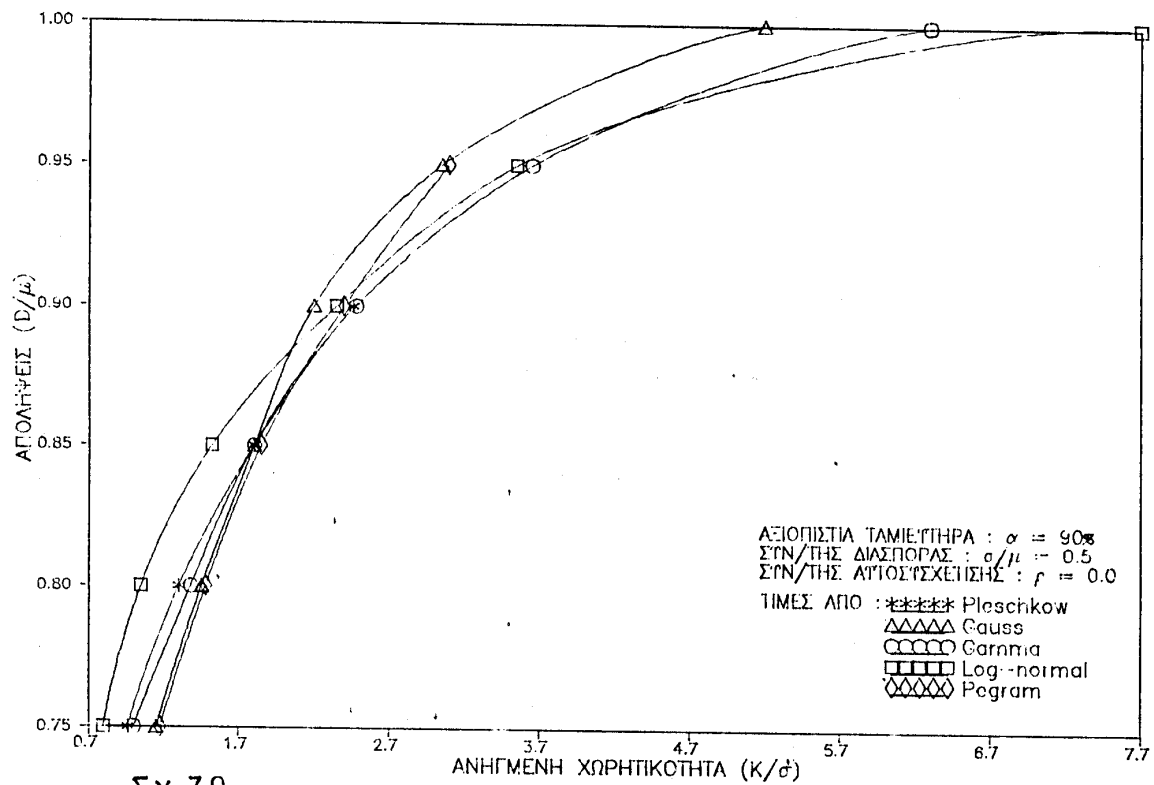
ΣΧ. 76



ΣΧ. 77

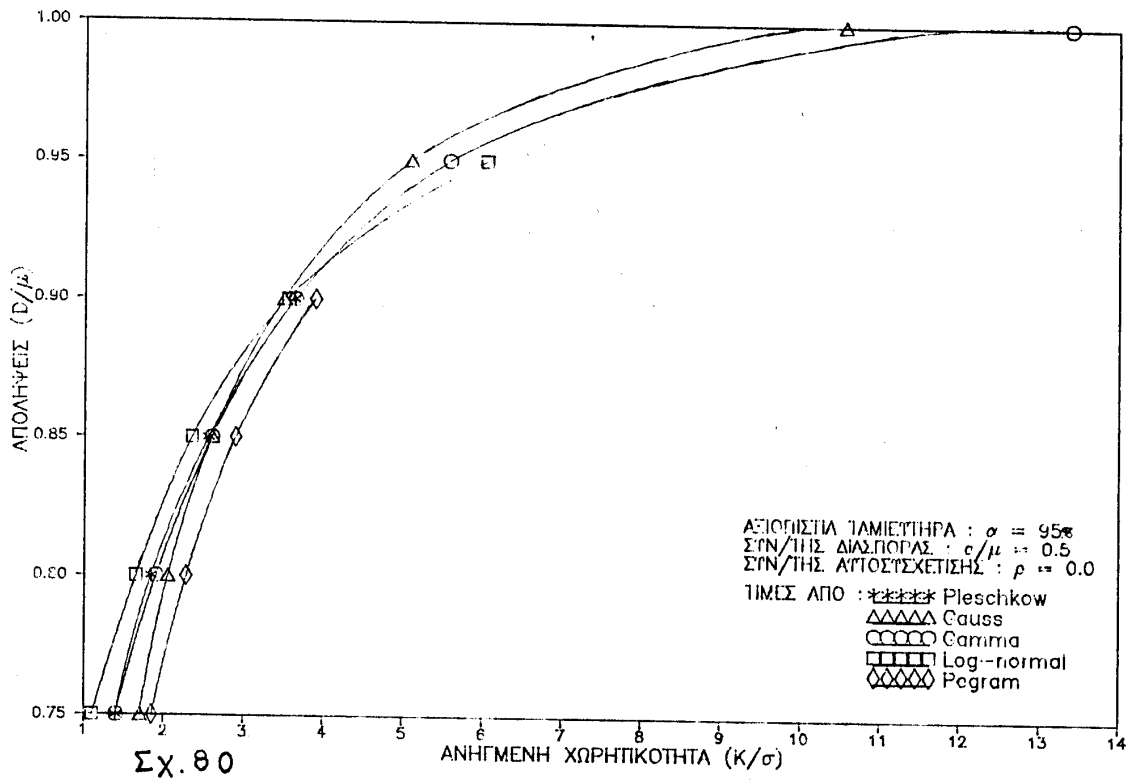


Σχ. 78



ΣΧ.79





Π Ι Ν Α Κ Α Σ 1									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.1				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0				
	K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2
0.0		0.916	0.873	0.839	0.797	0.766	0.742	0.715	0.704
1.0		0.973	0.944	0.918	0.883	0.863	0.841	0.815	0.804
2.0		0.997	0.975	0.955	0.934	0.918	0.908	0.890	0.883
3.0		1.006	0.987	0.973	0.956	0.946	0.936	0.925	0.919
4.0		1.009	0.995	0.983	0.968	0.960	0.952	0.944	0.941
5.0		1.012	0.998	0.988	0.976	0.968	0.962	0.956	0.954
6.0		1.013	1.001	0.991	0.982	0.975	0.970	0.965	0.963
7.0		1.014	1.002	0.994	0.985	0.980	0.975	0.971	0.967
8.0		1.014	1.004	0.996	0.988	0.984	0.979	0.975	0.971
9.0		1.015	1.005	0.997	0.990	0.986	0.982	0.978	0.975
10.0		1.016	1.005	0.998	0.992	0.988	0.984	0.982	0.978
11.0		1.016	1.007	1.000	0.993	0.989	0.986	0.983	0.980
12.0		1.016	1.007	1.000	0.995	0.990	0.988	0.984	0.982
13.0		1.016	1.007	1.001	0.995	0.991	0.989	0.986	0.984
14.0		1.016	1.007	1.001	0.996	0.993	0.990	0.987	0.985
15.0		1.017	1.007	1.002	0.996	0.993	0.991	0.988	0.986
16.0		1.017	1.008	1.003	0.997	0.994	0.992	0.989	0.987

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.1				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1				
	K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2
0.0		0.916	0.874	0.839	0.799	0.768	0.746	0.716	0.705
1.0		0.972	0.941	0.913	0.878	0.857	0.839	0.815	0.805
2.0		0.995	0.970	0.950	0.926	0.910	0.900	0.882	0.870
3.0		1.003	0.984	0.968	0.950	0.936	0.927	0.915	0.907
4.0		1.008	0.992	0.978	0.962	0.953	0.944	0.934	0.930
5.0		1.011	0.996	0.984	0.971	0.962	0.956	0.948	0.944
6.0		1.013	0.998	0.988	0.978	0.969	0.963	0.958	0.955
7.0		1.014	1.002	0.991	0.982	0.975	0.970	0.964	0.962
8.0		1.014	1.002	0.994	0.985	0.978	0.975	0.970	0.965
9.0		1.015	1.004	0.996	0.987	0.983	0.978	0.973	0.969
10.0		1.016	1.005	0.997	0.989	0.985	0.980	0.977	0.973
11.0		1.016	1.005	0.998	0.990	0.987	0.982	0.978	0.977
12.0		1.016	1.006	0.999	0.992	0.988	0.985	0.982	0.978
13.0		1.017	1.006	1.000	0.993	0.989	0.986	0.983	0.980
14.0		1.017	1.006	1.000	0.994	0.990	0.987	0.984	0.982
15.0		1.017	1.007	1.001	0.995	0.991	0.989	0.985	0.983
16.0		1.017	1.007	1.001	0.996	0.992	0.990	0.986	0.984

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 3									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.1				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.915	0.873	0.839	0.799	0.768	0.745	0.717	0.700
1.0		0.970	0.937	0.909	0.873	0.854	0.836	0.814	0.798
2.0		0.992	0.967	0.945	0.919	0.902	0.889	0.871	0.864
3.0		1.001	0.980	0.963	0.943	0.929	0.916	0.903	0.892
4.0		1.006	0.988	0.973	0.956	0.945	0.936	0.924	0.918
5.0		1.010	0.994	0.980	0.966	0.956	0.948	0.938	0.933
6.0		1.012	0.996	0.985	0.972	0.963	0.956	0.949	0.946
7.0		1.013	0.999	0.988	0.977	0.969	0.962	0.956	0.954
8.0		1.015	1.001	0.991	0.981	0.973	0.968	0.963	0.958
9.0		1.015	1.002	0.993	0.983	0.978	0.973	0.966	0.963
10.0		1.016	1.003	0.995	0.986	0.981	0.976	0.970	0.967
11.0		1.016	1.005	0.996	0.987	0.983	0.978	0.974	0.971
12.0		1.017	1.006	0.997	0.989	0.985	0.981	0.977	0.974
13.0		1.018	1.006	0.999	0.991	0.987	0.983	0.979	0.976
14.0		1.017	1.006	0.999	0.992	0.988	0.984	0.981	0.977
15.0		1.017	1.006	1.000	0.993	0.988	0.985	0.983	0.979
16.0		1.017	1.007	1.000	0.994	0.989	0.986	0.983	0.981

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.1				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.916	0.874	0.839	0.798	0.768	0.746	0.723	0.699
1.0		0.967	0.935	0.906	0.869	0.848	0.832	0.806	0.795
2.0		0.988	0.962	0.938	0.913	0.893	0.880	0.859	0.853
3.0		0.998	0.976	0.958	0.935	0.920	0.906	0.890	0.873
4.0		1.004	0.985	0.968	0.948	0.936	0.926	0.909	0.903
5.0		1.008	0.990	0.976	0.959	0.948	0.938	0.929	0.918
6.0		1.011	0.993	0.982	0.966	0.955	0.947	0.939	0.933
7.0		1.013	0.996	0.985	0.972	0.962	0.955	0.948	0.944
8.0		1.013	0.999	0.988	0.976	0.967	0.961	0.954	0.951
9.0		1.015	1.001	0.990	0.979	0.972	0.966	0.959	0.955
10.0		1.016	1.003	0.993	0.982	0.975	0.971	0.965	0.960
11.0		1.017	1.004	0.994	0.984	0.979	0.974	0.969	0.964
12.0		1.017	1.004	0.995	0.986	0.981	0.976	0.971	0.968
13.0		1.018	1.005	0.996	0.987	0.982	0.978	0.973	0.970
14.0		1.018	1.005	0.997	0.989	0.984	0.980	0.976	0.973
15.0		1.018	1.007	0.998	0.990	0.985	0.982	0.978	0.974
16.0		1.018	1.006	0.999	0.991	0.987	0.983	0.980	0.976

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.2				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.834	0.747	0.679	0.595	0.534	0.484	0.430	0.408
1.0	0.946	0.887	0.836	0.766	0.725	0.680	0.631	0.608
2.0	0.993	0.948	0.910	0.866	0.835	0.816	0.780	0.765
3.0	1.010	0.974	0.945	0.913	0.890	0.872	0.849	0.836
4.0	1.019	0.988	0.965	0.938	0.920	0.904	0.888	0.882
5.0	1.024	0.996	0.975	0.952	0.937	0.926	0.912	0.908
6.0	1.027	1.001	0.983	0.964	0.951	0.938	0.930	0.925
7.0	1.029	1.005	0.988	0.972	0.960	0.950	0.942	0.935
8.0	1.029	1.008	0.992	0.976	0.966	0.959	0.950	0.942
9.0	1.030	1.009	0.995	0.980	0.972	0.964	0.956	0.951
10.0	1.032	1.011	0.998	0.983	0.976	0.969	0.962	0.957
11.0	1.032	1.013	1.000	0.986	0.978	0.973	0.967	0.960
12.0	1.032	1.013	1.001	0.989	0.981	0.975	0.970	0.964
13.0	1.032	1.015	1.002	0.990	0.982	0.978	0.973	0.967
14.0	1.033	1.014	1.003	0.992	0.985	0.980	0.974	0.970
15.0	1.033	1.015	1.003	0.993	0.986	0.982	0.976	0.973
16.0	1.033	1.015	1.004	0.994	0.988	0.984	0.978	0.975

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 6								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.2				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.832	0.747	0.680	0.598	0.537	0.492	0.431	0.409
1.0	0.943	0.881	0.827	0.756	0.715	0.678	0.629	0.610
2.0	0.988	0.941	0.900	0.850	0.820	0.799	0.764	0.740
3.0	1.007	0.968	0.936	0.900	0.873	0.854	0.829	0.815
4.0	1.016	0.983	0.956	0.926	0.906	0.887	0.869	0.861
5.0	1.023	0.992	0.969	0.943	0.925	0.912	0.896	0.889
6.0	1.026	0.997	0.976	0.955	0.939	0.927	0.916	0.911
7.0	1.028	1.003	0.982	0.963	0.950	0.939	0.928	0.923
8.0	1.029	1.005	0.987	0.969	0.957	0.949	0.938	0.931
9.0	1.031	1.008	0.991	0.974	0.965	0.955	0.946	0.939
10.0	1.032	1.010	0.994	0.977	0.969	0.961	0.953	0.947
11.0	1.033	1.010	0.997	0.981	0.973	0.965	0.958	0.953
12.0	1.034	1.012	0.999	0.984	0.976	0.969	0.963	0.956
13.0	1.034	1.013	1.000	0.987	0.978	0.972	0.966	0.959
14.0	1.034	1.014	1.001	0.988	0.980	0.975	0.969	0.963
15.0	1.034	1.015	1.002	0.989	0.983	0.977	0.971	0.966
16.0	1.034	1.014	1.002	0.990	0.984	0.978	0.972	0.969

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 7								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.2				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.830	0.748	0.679	0.597	0.536	0.490	0.435	0.399
1.0	0.938	0.874	0.819	0.748	0.708	0.673	0.628	0.597
2.0	0.982	0.933	0.889	0.839	0.803	0.778	0.743	0.728
3.0	1.001	0.960	0.927	0.886	0.858	0.833	0.806	0.785
4.0	1.013	0.977	0.947	0.912	0.890	0.871	0.847	0.835
5.0	1.020	0.987	0.961	0.930	0.911	0.896	0.877	0.866
6.0	1.025	0.992	0.969	0.944	0.926	0.913	0.899	0.891
7.0	1.027	0.998	0.976	0.954	0.937	0.925	0.912	0.908
8.0	1.029	1.002	0.983	0.961	0.947	0.936	0.925	0.916
9.0	1.030	1.005	0.987	0.967	0.955	0.945	0.933	0.927
10.0	1.032	1.008	0.990	0.972	0.961	0.952	0.942	0.934
11.0	1.034	1.009	0.993	0.975	0.966	0.956	0.948	0.942
12.0	1.034	1.011	0.995	0.978	0.969	0.962	0.954	0.948
13.0	1.034	1.012	0.998	0.981	0.972	0.965	0.958	0.952
14.0	1.035	1.013	0.999	0.983	0.975	0.968	0.962	0.955
15.0	1.035	1.014	1.000	0.986	0.978	0.971	0.964	0.958
16.0	1.036	1.015	1.001	0.987	0.979	0.973	0.967	0.961

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.2				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.832	0.747	0.678	0.596	0.536	0.493	0.445	0.399
1.0	0.935	0.869	0.811	0.736	0.695	0.664	0.611	0.591
2.0	0.976	0.924	0.876	0.825	0.786	0.761	0.718	0.705
3.0	0.997	0.951	0.914	0.870	0.839	0.813	0.780	0.747
4.0	1.008	0.969	0.936	0.897	0.870	0.853	0.819	0.807
5.0	1.017	0.980	0.952	0.918	0.896	0.875	0.858	0.837
6.0	1.022	0.987	0.963	0.931	0.910	0.894	0.878	0.867
7.0	1.026	0.994	0.969	0.943	0.923	0.909	0.897	0.889
8.0	1.028	0.998	0.976	0.952	0.935	0.922	0.908	0.903
9.0	1.030	1.002	0.980	0.959	0.943	0.933	0.919	0.910
10.0	1.032	1.005	0.985	0.964	0.950	0.941	0.930	0.920
11.0	1.033	1.006	0.988	0.968	0.958	0.947	0.936	0.928
12.0	1.034	1.008	0.991	0.972	0.962	0.952	0.942	0.935
13.0	1.035	1.010	0.994	0.975	0.965	0.957	0.948	0.940
14.0	1.036	1.011	0.995	0.978	0.969	0.960	0.953	0.945
15.0	1.036	1.012	0.996	0.980	0.971	0.964	0.957	0.948
16.0	1.036	1.014	0.998	0.982	0.973	0.966	0.960	0.952

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.3				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.750	0.620	0.518	0.391	0.301	0.227	0.146	0.112
1.0		0.920	0.830	0.753	0.650	0.588	0.522	0.446	0.412
2.0		0.989	0.923	0.866	0.800	0.753	0.725	0.669	0.648
3.0		1.016	0.962	0.918	0.869	0.835	0.809	0.773	0.754
4.0		1.029	0.983	0.947	0.906	0.880	0.855	0.832	0.823
5.0		1.036	0.994	0.963	0.929	0.905	0.888	0.869	0.862
6.0		1.040	1.002	0.973	0.945	0.926	0.907	0.896	0.888
7.0		1.042	1.008	0.982	0.958	0.940	0.925	0.912	0.902
8.0		1.045	1.013	0.987	0.964	0.950	0.939	0.925	0.915
9.0		1.047	1.015	0.993	0.969	0.958	0.947	0.934	0.926
10.0		1.047	1.017	0.996	0.974	0.964	0.953	0.943	0.935
11.0		1.048	1.019	0.999	0.978	0.968	0.959	0.949	0.941
12.0		1.048	1.020	1.001	0.983	0.971	0.963	0.954	0.946
13.0		1.048	1.022	1.002	0.986	0.974	0.967	0.959	0.950
14.0		1.048	1.023	1.004	0.987	0.978	0.970	0.962	0.955
15.0		1.048	1.023	1.006	0.990	0.980	0.973	0.964	0.959
16.0		1.049	1.024	1.006	0.991	0.982	0.976	0.966	0.963

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 10									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.3				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.748	0.621	0.520	0.397	0.305	0.238	0.147	0.114
1.0		0.916	0.822	0.741	0.634	0.571	0.517	0.444	0.414
2.0		0.982	0.912	0.850	0.776	0.730	0.699	0.647	0.611
3.0		1.010	0.951	0.905	0.851	0.810	0.781	0.744	0.721
4.0		1.025	0.974	0.935	0.888	0.859	0.832	0.803	0.791
5.0		1.034	0.988	0.953	0.914	0.887	0.868	0.844	0.834
6.0		1.039	0.996	0.965	0.932	0.909	0.889	0.874	0.866
7.0		1.042	1.004	0.974	0.946	0.925	0.908	0.892	0.884
8.0		1.045	1.008	0.981	0.955	0.935	0.923	0.910	0.897
9.0		1.046	1.012	0.986	0.962	0.947	0.933	0.921	0.909
10.0		1.048	1.014	0.991	0.967	0.955	0.942	0.929	0.921
11.0		1.050	1.016	0.995	0.972	0.960	0.947	0.937	0.930
12.0		1.049	1.017	0.998	0.976	0.963	0.954	0.945	0.935
13.0		1.050	1.019	1.000	0.980	0.967	0.958	0.949	0.940
14.0		1.051	1.021	1.001	0.982	0.970	0.963	0.953	0.944
15.0		1.051	1.021	1.003	0.984	0.973	0.965	0.956	0.949
16.0		1.052	1.023	1.004	0.987	0.976	0.968	0.958	0.954

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 11									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.3				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2				
K/σ	ρ =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.745	0.621	0.518	0.395	0.304	0.234	0.152	0.099
1.0		0.908	0.812	0.730	0.621	0.562	0.509	0.442	0.396
2.0		0.974	0.900	0.833	0.758	0.705	0.667	0.615	0.598
3.0		1.002	0.941	0.889	0.830	0.787	0.750	0.710	0.679
4.0		1.020	0.965	0.921	0.868	0.834	0.807	0.772	0.752
5.0		1.030	0.980	0.941	0.896	0.867	0.844	0.816	0.800
6.0		1.037	0.988	0.954	0.916	0.889	0.870	0.848	0.837
7.0		1.041	0.997	0.965	0.932	0.906	0.888	0.868	0.863
8.0		1.044	1.003	0.973	0.942	0.921	0.904	0.889	0.878
9.0		1.046	1.008	0.980	0.950	0.932	0.919	0.903	0.890
10.0		1.048	1.011	0.986	0.958	0.942	0.928	0.913	0.900
11.0		1.049	1.013	0.989	0.963	0.949	0.935	0.923	0.913
12.0		1.051	1.016	0.993	0.967	0.954	0.942	0.930	0.923
13.0		1.052	1.017	0.996	0.972	0.959	0.948	0.937	0.928
14.0		1.053	1.019	0.998	0.975	0.962	0.953	0.943	0.932
15.0		1.053	1.021	1.000	0.977	0.966	0.957	0.946	0.936
16.0		1.054	1.022	1.002	0.981	0.969	0.960	0.951	0.941

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 12									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.3				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3				
K/σ	ρ =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.748	0.622	0.517	0.394	0.304	0.240	0.167	0.099
1.0		0.903	0.803	0.715	0.604	0.543	0.496	0.416	0.387
2.0		0.964	0.886	0.814	0.738	0.678	0.641	0.584	0.560
3.0		0.995	0.928	0.872	0.805	0.759	0.720	0.671	0.637
4.0		1.013	0.953	0.905	0.846	0.806	0.781	0.730	0.711
5.0		1.024	0.970	0.928	0.876	0.843	0.816	0.787	0.756
6.0		1.033	0.981	0.944	0.897	0.866	0.841	0.818	0.801
7.0		1.038	0.990	0.954	0.916	0.885	0.863	0.846	0.834
8.0		1.042	0.997	0.963	0.928	0.903	0.883	0.863	0.854
9.0		1.045	1.002	0.970	0.938	0.915	0.899	0.880	0.867
10.0		1.047	1.007	0.978	0.946	0.925	0.912	0.895	0.881
11.0		1.050	1.009	0.982	0.953	0.937	0.921	0.905	0.893
12.0		1.051	1.013	0.986	0.958	0.943	0.928	0.915	0.904
13.0		1.053	1.015	0.990	0.962	0.947	0.935	0.922	0.911
14.0		1.053	1.016	0.994	0.967	0.953	0.941	0.929	0.919
15.0		1.054	1.019	0.995	0.971	0.957	0.946	0.935	0.923
16.0		1.054	1.020	0.997	0.973	0.961	0.949	0.940	0.928

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 13									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.4				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.667	0.494	0.357	0.188	0.068	0.000	0.000	0.000
1.0		0.893	0.774	0.671	0.533	0.450	0.401	0.399	0.388
2.0		0.985	0.897	0.822	0.744	0.684	0.649	0.599	0.571
3.0		1.022	0.950	0.893	0.829	0.784	0.751	0.709	0.687
4.0		1.038	0.979	0.930	0.877	0.844	0.811	0.788	0.774
5.0		1.048	0.993	0.952	0.907	0.877	0.855	0.833	0.822
6.0		1.054	1.004	0.966	0.928	0.904	0.881	0.863	0.854
7.0		1.057	1.011	0.976	0.943	0.921	0.903	0.884	0.873
8.0		1.060	1.017	0.985	0.953	0.935	0.921	0.903	0.889
9.0		1.062	1.020	0.991	0.960	0.946	0.931	0.916	0.905
10.0		1.063	1.023	0.996	0.967	0.952	0.938	0.928	0.917
11.0		1.064	1.025	1.000	0.972	0.958	0.947	0.936	0.924
12.0		1.065	1.027	1.003	0.978	0.962	0.953	0.940	0.931
13.0		1.065	1.030	1.004	0.981	0.967	0.958	0.946	0.937
14.0		1.066	1.030	1.007	0.984	0.971	0.962	0.950	0.945
15.0		1.065	1.031	1.008	0.987	0.974	0.966	0.955	0.950
16.0		1.066	1.031	1.010	0.989	0.976	0.969	0.959	0.953

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 14									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.4				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.664	0.496	0.359	0.196	0.074	0.001	0.000	0.000
1.0		0.887	0.763	0.654	0.512	0.429	0.401	0.397	0.355
2.0		0.977	0.882	0.800	0.709	0.655	0.613	0.559	0.526
3.0		1.013	0.937	0.875	0.803	0.751	0.713	0.665	0.648
4.0		1.034	0.967	0.915	0.854	0.815	0.780	0.750	0.729
5.0		1.045	0.984	0.938	0.886	0.853	0.829	0.801	0.789
6.0		1.053	0.996	0.955	0.910	0.882	0.856	0.835	0.823
7.0		1.056	1.005	0.967	0.928	0.903	0.881	0.862	0.849
8.0		1.060	1.012	0.976	0.940	0.916	0.901	0.880	0.870
9.0		1.063	1.017	0.983	0.949	0.931	0.913	0.899	0.883
10.0		1.065	1.020	0.989	0.957	0.941	0.924	0.909	0.899
11.0		1.067	1.023	0.994	0.962	0.947	0.932	0.922	0.909
12.0		1.066	1.024	0.998	0.968	0.953	0.940	0.929	0.915
13.0		1.068	1.027	1.000	0.974	0.956	0.947	0.934	0.922
14.0		1.068	1.028	1.002	0.976	0.961	0.951	0.940	0.929
15.0		1.068	1.030	1.004	0.979	0.966	0.955	0.942	0.936
16.0		1.068	1.031	1.007	0.982	0.969	0.959	0.947	0.943



Π Ι Ν Α Κ Α Σ 15								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.4				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.659	0.495	0.358	0.193	0.072	0.001	0.000	0.000
1.0	0.878	0.749	0.639	0.495	0.416	0.399	0.375	0.331
2.0	0.966	0.866	0.784	0.687	0.620	0.573	0.521	0.486
3.0	1.003	0.922	0.854	0.775	0.721	0.674	0.633	0.615
4.0	1.027	0.955	0.897	0.826	0.786	0.753	0.713	0.687
5.0	1.040	0.973	0.922	0.863	0.828	0.797	0.763	0.751
6.0	1.049	0.986	0.941	0.891	0.856	0.830	0.802	0.791
7.0	1.054	0.996	0.954	0.911	0.877	0.855	0.836	0.820
8.0	1.059	1.005	0.965	0.923	0.897	0.875	0.857	0.841
9.0	1.062	1.012	0.975	0.935	0.911	0.893	0.873	0.861
10.0	1.065	1.016	0.982	0.945	0.925	0.906	0.890	0.874
11.0	1.066	1.018	0.987	0.952	0.933	0.916	0.902	0.887
12.0	1.069	1.022	0.990	0.957	0.941	0.924	0.914	0.901
13.0	1.070	1.024	0.995	0.964	0.946	0.933	0.920	0.907
14.0	1.071	1.026	0.998	0.968	0.951	0.939	0.926	0.913
15.0	1.072	1.028	1.000	0.970	0.955	0.945	0.930	0.919
16.0	1.071	1.030	1.003	0.975	0.960	0.948	0.935	0.926

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 16								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.4				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.665	0.496	0.356	0.192	0.072	0.001	0.000	0.000
1.0	0.870	0.737	0.620	0.473	0.401	0.386	0.340	0.284
2.0	0.952	0.849	0.756	0.657	0.584	0.534	0.482	0.453
3.0	0.993	0.904	0.830	0.742	0.682	0.632	0.596	0.560
4.0	1.017	0.940	0.875	0.797	0.749	0.716	0.666	0.635
5.0	1.033	0.961	0.904	0.838	0.795	0.762	0.724	0.707
6.0	1.044	0.976	0.926	0.866	0.827	0.797	0.767	0.754
7.0	1.051	0.987	0.940	0.889	0.852	0.823	0.802	0.789
8.0	1.056	0.998	0.953	0.905	0.874	0.847	0.829	0.807
9.0	1.061	1.004	0.962	0.919	0.890	0.869	0.847	0.829
10.0	1.064	1.009	0.970	0.930	0.905	0.885	0.863	0.850
11.0	1.066	1.014	0.976	0.938	0.917	0.897	0.878	0.863
12.0	1.068	1.017	0.983	0.945	0.924	0.906	0.890	0.874
13.0	1.070	1.021	0.987	0.951	0.931	0.915	0.904	0.889
14.0	1.071	1.023	0.991	0.958	0.939	0.924	0.909	0.895
15.0	1.073	1.026	0.994	0.961	0.943	0.929	0.917	0.902
16.0	1.073	1.027	0.997	0.964	0.948	0.936	0.923	0.907

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 17									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.5				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.583	0.367	0.196	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0		0.867	0.718	0.589	0.499	0.463	0.406	0.354	0.314
2.0		0.986	0.880	0.796	0.706	0.637	0.588	0.547	0.518
3.0		1.029	0.943	0.876	0.801	0.748	0.711	0.673	0.652
4.0		1.050	0.977	0.919	0.857	0.815	0.783	0.754	0.735
5.0		1.062	0.996	0.946	0.895	0.855	0.829	0.808	0.791
6.0		1.070	1.008	0.962	0.917	0.888	0.859	0.836	0.829
7.0		1.073	1.018	0.975	0.933	0.909	0.888	0.865	0.850
8.0		1.077	1.024	0.986	0.947	0.924	0.909	0.889	0.872
9.0		1.079	1.028	0.994	0.955	0.937	0.920	0.904	0.895
10.0		1.080	1.032	0.998	0.964	0.947	0.931	0.915	0.909
11.0		1.082	1.034	1.003	0.971	0.952	0.940	0.925	0.920
12.0		1.082	1.037	1.006	0.976	0.957	0.946	0.933	0.924
13.0		1.083	1.039	1.008	0.980	0.963	0.951	0.942	0.931
14.0		1.084	1.040	1.010	0.984	0.968	0.957	0.946	0.938
15.0		1.084	1.041	1.013	0.986	0.972	0.963	0.952	0.944
16.0		1.084	1.042	1.014	0.990	0.975	0.967	0.956	0.949

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 18									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.5				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.580	0.369	0.199	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0		0.859	0.704	0.568	0.500	0.422	0.368	0.324	0.283
2.0		0.975	0.862	0.770	0.669	0.595	0.553	0.508	0.485
3.0		1.018	0.926	0.852	0.769	0.710	0.667	0.634	0.605
4.0		1.044	0.964	0.900	0.829	0.785	0.746	0.712	0.685
5.0		1.059	0.985	0.930	0.872	0.827	0.797	0.767	0.753
6.0		1.067	1.000	0.949	0.897	0.862	0.827	0.804	0.794
7.0		1.072	1.010	0.964	0.918	0.889	0.861	0.838	0.820
8.0		1.077	1.018	0.974	0.931	0.905	0.886	0.863	0.843
9.0		1.080	1.024	0.984	0.942	0.920	0.902	0.883	0.867
10.0		1.083	1.027	0.991	0.950	0.929	0.913	0.897	0.887
11.0		1.084	1.030	0.997	0.959	0.940	0.923	0.907	0.898
12.0		1.086	1.033	1.001	0.965	0.945	0.932	0.916	0.910
13.0		1.087	1.035	1.004	0.970	0.952	0.939	0.924	0.917
14.0		1.087	1.037	1.007	0.975	0.957	0.944	0.932	0.923
15.0		1.087	1.039	1.009	0.979	0.962	0.950	0.938	0.930
16.0		1.087	1.041	1.011	0.982	0.966	0.955	0.944	0.935

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 19								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.5				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2			
	K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2
0.0	0.574	0.368	0.197	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.848	0.686	0.549	0.470	0.388	0.336	0.289	0.259
2.0	0.960	0.841	0.740	0.637	0.556	0.519	0.467	0.446
3.0	1.006	0.906	0.826	0.738	0.673	0.631	0.580	0.560
4.0	1.036	0.947	0.876	0.801	0.751	0.704	0.667	0.648
5.0	1.053	0.971	0.912	0.844	0.794	0.761	0.731	0.713
6.0	1.064	0.987	0.933	0.872	0.829	0.796	0.770	0.760
7.0	1.070	1.001	0.948	0.896	0.857	0.828	0.805	0.791
8.0	1.075	1.010	0.961	0.912	0.884	0.853	0.833	0.813
9.0	1.079	1.018	0.972	0.926	0.899	0.877	0.856	0.834
10.0	1.083	1.023	0.981	0.937	0.913	0.892	0.871	0.853
11.0	1.086	1.027	0.987	0.945	0.922	0.903	0.886	0.874
12.0	1.087	1.030	0.994	0.952	0.933	0.914	0.897	0.886
13.0	1.089	1.033	0.997	0.958	0.939	0.923	0.906	0.895
14.0	1.089	1.035	1.000	0.964	0.945	0.930	0.914	0.905
15.0	1.090	1.037	1.004	0.968	0.950	0.936	0.922	0.910
16.0	1.091	1.039	1.006	0.973	0.956	0.941	0.928	0.918

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 20								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.5				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3			
	K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2
0.0	0.581	0.369	0.194	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.839	0.672	0.526	0.438	0.352	0.294	0.250	0.250
2.0	0.944	0.817	0.710	0.599	0.524	0.477	0.424	0.396
3.0	0.994	0.885	0.800	0.697	0.631	0.588	0.527	0.511
4.0	1.024	0.928	0.850	0.764	0.712	0.661	0.615	0.594
5.0	1.043	0.955	0.889	0.811	0.756	0.714	0.685	0.669
6.0	1.057	0.974	0.914	0.845	0.798	0.756	0.733	0.715
7.0	1.066	0.988	0.932	0.872	0.825	0.795	0.764	0.751
8.0	1.072	1.001	0.945	0.890	0.856	0.820	0.796	0.779
9.0	1.078	1.009	0.958	0.906	0.874	0.846	0.821	0.800
10.0	1.081	1.016	0.966	0.920	0.889	0.867	0.842	0.822
11.0	1.085	1.021	0.976	0.929	0.903	0.881	0.860	0.841
12.0	1.088	1.025	0.982	0.938	0.913	0.893	0.874	0.859
13.0	1.090	1.028	0.988	0.945	0.922	0.903	0.881	0.873
14.0	1.092	1.031	0.993	0.950	0.930	0.913	0.891	0.881
15.0	1.093	1.035	0.996	0.956	0.936	0.919	0.903	0.888
16.0	1.094	1.036	0.999	0.961	0.942	0.925	0.908	0.896

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 21									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.1$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.0$				
	K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.916	0.877	0.846	0.814	0.792	0.773	0.749	0.737	
1.0	0.973	0.945	0.922	0.898	0.881	0.864	0.845	0.835	
2.0	0.995	0.975	0.957	0.939	0.927	0.916	0.904	0.894	
3.0	1.004	0.987	0.973	0.957	0.948	0.939	0.927	0.920	
4.0	1.008	0.993	0.981	0.968	0.958	0.951	0.942	0.935	
5.0	1.011	0.998	0.987	0.974	0.966	0.958	0.950	0.946	
6.0	1.012	1.000	0.991	0.980	0.971	0.965	0.957	0.952	
7.0	1.014	1.002	0.993	0.983	0.976	0.971	0.964	0.961	
8.0	1.014	1.002	0.995	0.986	0.980	0.976	0.969	0.966	
9.0	1.014	1.004	0.996	0.988	0.984	0.978	0.975	0.972	
10.0	1.015	1.004	0.997	0.990	0.987	0.982	0.979	0.976	
11.0	1.014	1.005	0.997	0.992	0.988	0.985	0.982	0.979	
12.0	1.015	1.005	0.998	0.993	0.990	0.987	0.984	0.981	
13.0	1.015	1.005	0.999	0.994	0.991	0.988	0.986	0.985	
14.0	1.015	1.006	0.999	0.994	0.991	0.990	0.988	0.986	
15.0	1.015	1.006	1.000	0.995	0.992	0.990	0.988	0.988	
16.0	1.015	1.007	1.000	0.996	0.993	0.991	0.989	0.989	

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 22									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.1$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.1$				
	K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.915	0.878	0.848	0.814	0.790	0.772	0.749	0.741	
1.0	0.970	0.942	0.920	0.891	0.876	0.862	0.846	0.837	
2.0	0.992	0.970	0.953	0.933	0.921	0.910	0.898	0.891	
3.0	1.001	0.984	0.970	0.953	0.942	0.933	0.924	0.917	
4.0	1.006	0.991	0.979	0.965	0.956	0.948	0.940	0.937	
5.0	1.009	0.994	0.984	0.973	0.965	0.958	0.952	0.949	
6.0	1.012	0.998	0.988	0.978	0.971	0.965	0.961	0.957	
7.0	1.013	1.000	0.991	0.982	0.976	0.971	0.967	0.963	
8.0	1.014	1.003	0.993	0.985	0.979	0.975	0.970	0.967	
9.0	1.015	1.003	0.995	0.987	0.983	0.978	0.975	0.971	
10.0	1.015	1.004	0.996	0.989	0.984	0.981	0.978	0.975	
11.0	1.015	1.005	0.998	0.990	0.987	0.983	0.980	0.977	
12.0	1.016	1.006	0.999	0.992	0.988	0.985	0.982	0.979	
13.0	1.016	1.006	0.999	0.993	0.989	0.987	0.983	0.980	
14.0	1.016	1.007	1.000	0.994	0.990	0.988	0.985	0.982	
15.0	1.016	1.007	1.001	0.994	0.991	0.988	0.985	0.984	
16.0	1.016	1.006	1.001	0.995	0.992	0.989	0.986	0.985	

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 23								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.1				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2			
K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.914	0.877	0.848	0.814	0.790	0.771	0.750	0.737
1.0	0.968	0.939	0.916	0.885	0.871	0.858	0.841	0.833
2.0	0.990	0.966	0.947	0.927	0.912	0.901	0.888	0.883
3.0	0.999	0.980	0.964	0.947	0.934	0.925	0.914	0.905
4.0	1.005	0.987	0.975	0.958	0.948	0.942	0.932	0.927
5.0	1.008	0.992	0.981	0.967	0.958	0.951	0.944	0.941
6.0	1.011	0.996	0.985	0.973	0.964	0.959	0.953	0.950
7.0	1.012	0.998	0.988	0.977	0.969	0.964	0.959	0.956
8.0	1.013	1.000	0.991	0.981	0.974	0.970	0.964	0.962
9.0	1.015	1.002	0.993	0.983	0.978	0.974	0.970	0.965
10.0	1.015	1.003	0.994	0.985	0.981	0.976	0.973	0.969
11.0	1.016	1.004	0.996	0.987	0.983	0.978	0.976	0.973
12.0	1.016	1.005	0.997	0.989	0.985	0.982	0.978	0.975
13.0	1.016	1.006	0.998	0.991	0.987	0.983	0.980	0.976
14.0	1.016	1.006	0.999	0.991	0.987	0.984	0.982	0.978
15.0	1.017	1.007	0.999	0.993	0.989	0.986	0.983	0.980
16.0	1.017	1.007	1.000	0.994	0.989	0.987	0.983	0.981

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 24								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.1				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3			
K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.915	0.877	0.847	0.813	0.789	0.773	0.755	0.737
1.0	0.966	0.936	0.912	0.882	0.866	0.854	0.837	0.827
2.0	0.986	0.963	0.942	0.919	0.905	0.892	0.879	0.871
3.0	0.996	0.975	0.959	0.940	0.925	0.917	0.905	0.894
4.0	1.003	0.983	0.969	0.952	0.942	0.932	0.922	0.913
5.0	1.007	0.989	0.976	0.961	0.951	0.943	0.934	0.930
6.0	1.010	0.993	0.981	0.967	0.958	0.951	0.945	0.942
7.0	1.012	0.996	0.985	0.973	0.964	0.958	0.951	0.948
8.0	1.013	0.998	0.987	0.977	0.969	0.964	0.957	0.954
9.0	1.014	1.000	0.990	0.979	0.973	0.968	0.962	0.958
10.0	1.014	1.001	0.992	0.983	0.976	0.972	0.967	0.963
11.0	1.015	1.003	0.993	0.984	0.978	0.975	0.970	0.965
12.0	1.016	1.004	0.995	0.986	0.981	0.977	0.973	0.970
13.0	1.016	1.004	0.996	0.987	0.983	0.979	0.976	0.972
14.0	1.017	1.005	0.997	0.989	0.984	0.981	0.978	0.974
15.0	1.017	1.006	0.997	0.990	0.985	0.983	0.979	0.976
16.0	1.018	1.006	0.998	0.990	0.986	0.983	0.980	0.976

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 25								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.2$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.0$			
	K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2
0.0	0.833	0.763	0.710	0.658	0.623	0.594	0.558	0.540
1.0	0.944	0.896	0.858	0.820	0.795	0.766	0.741	0.724
2.0	0.988	0.949	0.920	0.888	0.866	0.851	0.834	0.817
3.0	1.006	0.973	0.947	0.918	0.903	0.887	0.867	0.857
4.0	1.015	0.986	0.963	0.936	0.922	0.907	0.889	0.881
5.0	1.019	0.994	0.975	0.950	0.935	0.921	0.907	0.898
6.0	1.023	0.998	0.981	0.960	0.947	0.933	0.921	0.911
7.0	1.024	1.002	0.986	0.967	0.955	0.945	0.932	0.927
8.0	1.026	1.004	0.990	0.973	0.963	0.953	0.943	0.938
9.0	1.027	1.005	0.991	0.976	0.968	0.958	0.953	0.948
10.0	1.027	1.007	0.994	0.980	0.973	0.966	0.958	0.955
11.0	1.028	1.008	0.994	0.983	0.976	0.970	0.965	0.957
12.0	1.028	1.010	0.996	0.985	0.978	0.974	0.970	0.966
13.0	1.028	1.010	0.997	0.987	0.981	0.976	0.973	0.970
14.0	1.029	1.011	0.998	0.988	0.983	0.978	0.976	0.974
15.0	1.028	1.011	0.999	0.989	0.984	0.980	0.977	0.975
16.0	1.028	1.012	1.000	0.991	0.985	0.982	0.978	0.976

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 26								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.2$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.1$			
	K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2
0.0	0.831	0.764	0.714	0.658	0.619	0.593	0.559	0.546
1.0	0.939	0.889	0.852	0.803	0.783	0.766	0.738	0.727
2.0	0.982	0.942	0.910	0.877	0.857	0.838	0.820	0.809
3.0	0.999	0.967	0.940	0.911	0.894	0.878	0.864	0.853
4.0	1.011	0.980	0.958	0.933	0.918	0.905	0.891	0.886
5.0	1.016	0.988	0.968	0.947	0.933	0.921	0.910	0.907
6.0	1.021	0.994	0.975	0.958	0.945	0.934	0.927	0.918
7.0	1.024	0.999	0.981	0.964	0.953	0.945	0.937	0.929
8.0	1.026	1.002	0.987	0.969	0.961	0.951	0.945	0.937
9.0	1.027	1.006	0.989	0.974	0.965	0.957	0.952	0.945
10.0	1.028	1.006	0.993	0.978	0.969	0.962	0.956	0.950
11.0	1.030	1.008	0.994	0.980	0.973	0.967	0.961	0.955
12.0	1.030	1.010	0.996	0.983	0.975	0.970	0.964	0.959
13.0	1.030	1.010	0.998	0.985	0.978	0.973	0.967	0.963
14.0	1.031	1.012	0.999	0.987	0.980	0.976	0.969	0.965
15.0	1.031	1.012	1.000	0.988	0.982	0.977	0.973	0.969
16.0	1.032	1.013	1.002	0.990	0.983	0.979	0.974	0.972

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 27								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.2$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.2$			
K/ $\sigma$	$p = 20.0$	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.828	0.764	0.713	0.658	0.620	0.591	0.560	0.541
1.0	0.934	0.884	0.845	0.796	0.772	0.757	0.732	0.715
2.0	0.975	0.934	0.900	0.864	0.842	0.821	0.803	0.790
3.0	0.994	0.958	0.931	0.900	0.881	0.864	0.847	0.836
4.0	1.007	0.974	0.949	0.922	0.904	0.890	0.876	0.869
5.0	1.013	0.982	0.961	0.936	0.921	0.909	0.897	0.892
6.0	1.019	0.989	0.969	0.949	0.932	0.922	0.912	0.907
7.0	1.022	0.995	0.975	0.957	0.943	0.933	0.925	0.918
8.0	1.026	0.999	0.981	0.962	0.952	0.942	0.933	0.926
9.0	1.026	1.003	0.985	0.967	0.959	0.950	0.943	0.933
10.0	1.028	1.005	0.988	0.972	0.963	0.955	0.948	0.940
11.0	1.030	1.007	0.991	0.975	0.966	0.959	0.953	0.947
12.0	1.030	1.008	0.993	0.978	0.970	0.963	0.958	0.952
13.0	1.030	1.009	0.994	0.981	0.972	0.967	0.960	0.955
14.0	1.032	1.010	0.996	0.982	0.975	0.970	0.964	0.958
15.0	1.032	1.010	0.998	0.985	0.977	0.973	0.966	0.962
16.0	1.032	1.011	0.998	0.987	0.979	0.975	0.968	0.964

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 28								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.2$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.3$			
K/ $\sigma$	$p = 20.0$	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.831	0.764	0.712	0.657	0.618	0.594	0.566	0.540
1.0	0.931	0.877	0.835	0.789	0.761	0.741	0.716	0.703
2.0	0.970	0.925	0.889	0.851	0.830	0.807	0.788	0.769
3.0	0.990	0.950	0.921	0.886	0.865	0.849	0.829	0.814
4.0	1.001	0.966	0.940	0.909	0.889	0.875	0.859	0.847
5.0	1.010	0.976	0.953	0.925	0.907	0.893	0.881	0.875
6.0	1.016	0.984	0.962	0.939	0.920	0.909	0.897	0.892
7.0	1.019	0.989	0.969	0.948	0.931	0.921	0.910	0.904
8.0	1.023	0.994	0.974	0.954	0.942	0.931	0.920	0.914
9.0	1.026	0.998	0.979	0.960	0.950	0.939	0.929	0.922
10.0	1.027	1.002	0.982	0.965	0.955	0.945	0.938	0.927
11.0	1.028	1.004	0.986	0.969	0.958	0.951	0.944	0.935
12.0	1.030	1.006	0.988	0.972	0.963	0.955	0.949	0.942
13.0	1.030	1.006	0.991	0.975	0.967	0.959	0.953	0.946
14.0	1.031	1.008	0.993	0.978	0.969	0.963	0.956	0.950
15.0	1.033	1.009	0.995	0.979	0.971	0.965	0.957	0.953
16.0	1.033	1.010	0.996	0.981	0.974	0.969	0.961	0.956

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 29								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.3				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.751	0.660	0.594	0.530	0.489	0.456	0.415	0.396
1.0	0.916	0.853	0.806	0.759	0.728	0.705	0.671	0.650
2.0	0.978	0.927	0.886	0.843	0.818	0.799	0.770	0.760
3.0	1.005	0.958	0.924	0.883	0.862	0.842	0.816	0.804
4.0	1.019	0.977	0.945	0.909	0.888	0.867	0.848	0.836
5.0	1.025	0.988	0.962	0.930	0.906	0.889	0.870	0.853
6.0	1.030	0.996	0.970	0.941	0.923	0.907	0.888	0.878
7.0	1.033	1.001	0.977	0.953	0.935	0.923	0.903	0.898
8.0	1.034	1.004	0.982	0.960	0.944	0.932	0.921	0.915
9.0	1.037	1.007	0.987	0.965	0.953	0.943	0.933	0.927
10.0	1.037	1.008	0.990	0.969	0.959	0.949	0.942	0.932
11.0	1.038	1.011	0.991	0.973	0.964	0.956	0.950	0.945
12.0	1.040	1.012	0.994	0.977	0.967	0.961	0.957	0.952
13.0	1.040	1.013	0.995	0.980	0.971	0.964	0.960	0.958
14.0	1.040	1.014	0.997	0.982	0.974	0.967	0.964	0.960
15.0	1.041	1.015	0.999	0.984	0.976	0.969	0.965	0.963
16.0	1.041	1.016	1.000	0.986	0.978	0.972	0.967	0.965

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 30								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.3				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.748	0.662	0.598	0.530	0.485	0.454	0.416	0.402
1.0	0.908	0.844	0.796	0.743	0.710	0.695	0.663	0.645
2.0	0.967	0.914	0.872	0.832	0.801	0.780	0.758	0.741
3.0	0.996	0.948	0.913	0.877	0.854	0.833	0.817	0.804
4.0	1.012	0.967	0.938	0.904	0.885	0.866	0.850	0.846
5.0	1.021	0.980	0.951	0.924	0.905	0.890	0.877	0.870
6.0	1.027	0.989	0.963	0.937	0.922	0.906	0.896	0.886
7.0	1.033	0.996	0.972	0.947	0.934	0.922	0.910	0.897
8.0	1.035	1.002	0.978	0.954	0.943	0.930	0.921	0.910
9.0	1.037	1.005	0.983	0.961	0.948	0.940	0.929	0.919
10.0	1.039	1.008	0.987	0.967	0.955	0.947	0.936	0.928
11.0	1.041	1.011	0.990	0.970	0.959	0.952	0.943	0.935
12.0	1.043	1.013	0.993	0.975	0.964	0.957	0.947	0.943
13.0	1.043	1.014	0.995	0.978	0.967	0.961	0.952	0.947
14.0	1.044	1.015	0.998	0.980	0.971	0.964	0.956	0.951
15.0	1.045	1.016	0.998	0.983	0.973	0.966	0.960	0.956
16.0	1.045	1.017	1.000	0.985	0.975	0.970	0.963	0.959



Π Ι Ν Α Κ Α Σ 31									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.3$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.2$				
K/ $\sigma$ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1	
0.0	0.747	0.661	0.597	0.530	0.485	0.452	0.417	0.396	
1.0	0.902	0.834	0.784	0.728	0.696	0.674	0.651	0.630	
2.0	0.959	0.903	0.859	0.814	0.785	0.760	0.736	0.719	
3.0	0.989	0.937	0.900	0.860	0.836	0.811	0.793	0.779	
4.0	1.006	0.958	0.926	0.889	0.866	0.849	0.829	0.822	
5.0	1.015	0.972	0.942	0.910	0.888	0.871	0.857	0.851	
6.0	1.023	0.983	0.953	0.926	0.903	0.890	0.879	0.867	
7.0	1.030	0.990	0.963	0.936	0.921	0.905	0.893	0.882	
8.0	1.034	0.996	0.971	0.945	0.932	0.916	0.906	0.894	
9.0	1.037	1.001	0.976	0.952	0.939	0.928	0.916	0.905	
10.0	1.038	1.005	0.982	0.959	0.945	0.935	0.925	0.914	
11.0	1.040	1.007	0.985	0.963	0.950	0.942	0.931	0.922	
12.0	1.042	1.010	0.987	0.967	0.955	0.947	0.938	0.930	
13.0	1.043	1.012	0.990	0.970	0.960	0.952	0.943	0.937	
14.0	1.044	1.013	0.993	0.974	0.964	0.956	0.946	0.942	
15.0	1.046	1.015	0.995	0.977	0.966	0.959	0.949	0.945	
16.0	1.047	1.015	0.996	0.980	0.970	0.962	0.954	0.949	

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 32									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.3$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.3$				
K/ $\sigma$ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1	
0.0	0.749	0.661	0.597	0.529	0.484	0.455	0.425	0.396	
1.0	0.895	0.825	0.771	0.719	0.683	0.658	0.627	0.614	
2.0	0.951	0.891	0.844	0.795	0.765	0.740	0.714	0.693	
3.0	0.979	0.926	0.886	0.845	0.814	0.791	0.771	0.751	
4.0	0.996	0.948	0.913	0.872	0.846	0.827	0.808	0.798	
5.0	1.010	0.962	0.930	0.894	0.870	0.854	0.834	0.829	
6.0	1.019	0.974	0.942	0.913	0.887	0.873	0.859	0.848	
7.0	1.026	0.982	0.953	0.924	0.904	0.888	0.876	0.865	
8.0	1.030	0.989	0.962	0.933	0.918	0.902	0.888	0.876	
9.0	1.034	0.995	0.966	0.942	0.928	0.912	0.903	0.886	
10.0	1.037	0.999	0.973	0.948	0.933	0.922	0.911	0.899	
11.0	1.039	1.003	0.978	0.954	0.940	0.929	0.918	0.908	
12.0	1.041	1.005	0.982	0.958	0.946	0.937	0.925	0.917	
13.0	1.042	1.008	0.985	0.963	0.950	0.941	0.931	0.923	
14.0	1.044	1.009	0.988	0.966	0.955	0.946	0.936	0.929	
15.0	1.046	1.012	0.991	0.969	0.958	0.949	0.940	0.934	
16.0	1.046	1.014	0.993	0.973	0.961	0.953	0.943	0.937	

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 33								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.4				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.675	0.569	0.495	0.427	0.384	0.350	0.310	0.291
1.0	0.891	0.817	0.763	0.710	0.682	0.652	0.621	0.600
2.0	0.968	0.904	0.856	0.808	0.777	0.751	0.724	0.710
3.0	1.001	0.943	0.902	0.853	0.825	0.800	0.776	0.762
4.0	1.019	0.968	0.929	0.888	0.857	0.834	0.808	0.794
5.0	1.028	0.983	0.946	0.907	0.882	0.860	0.838	0.819
6.0	1.035	0.993	0.959	0.924	0.902	0.883	0.859	0.849
7.0	1.038	0.998	0.970	0.937	0.915	0.901	0.881	0.874
8.0	1.042	1.003	0.976	0.946	0.927	0.913	0.900	0.893
9.0	1.045	1.006	0.981	0.953	0.938	0.926	0.917	0.906
10.0	1.046	1.009	0.984	0.960	0.945	0.936	0.928	0.923
11.0	1.048	1.012	0.988	0.965	0.952	0.943	0.937	0.930
12.0	1.049	1.014	0.991	0.969	0.956	0.948	0.943	0.938
13.0	1.050	1.016	0.993	0.972	0.962	0.952	0.949	0.944
14.0	1.050	1.018	0.995	0.975	0.966	0.955	0.951	0.947
15.0	1.050	1.018	0.996	0.978	0.968	0.960	0.954	0.950
16.0	1.051	1.019	0.998	0.981	0.970	0.962	0.957	0.954

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 34								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.4				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.671	0.571	0.501	0.428	0.380	0.348	0.311	0.297
1.0	0.879	0.803	0.751	0.691	0.656	0.633	0.607	0.591
2.0	0.954	0.890	0.841	0.791	0.760	0.735	0.710	0.697
3.0	0.990	0.930	0.889	0.846	0.820	0.793	0.776	0.764
4.0	1.010	0.954	0.917	0.878	0.854	0.835	0.816	0.810
5.0	1.023	0.972	0.936	0.904	0.879	0.860	0.848	0.836
6.0	1.031	0.984	0.950	0.919	0.899	0.884	0.869	0.850
7.0	1.038	0.994	0.961	0.930	0.917	0.900	0.883	0.872
8.0	1.043	1.000	0.969	0.940	0.927	0.912	0.897	0.887
9.0	1.047	1.005	0.976	0.948	0.933	0.923	0.909	0.901
10.0	1.049	1.009	0.981	0.955	0.940	0.932	0.919	0.911
11.0	1.051	1.012	0.986	0.961	0.946	0.938	0.926	0.919
12.0	1.053	1.014	0.990	0.966	0.952	0.943	0.932	0.927
13.0	1.054	1.016	0.993	0.969	0.958	0.947	0.938	0.933
14.0	1.055	1.017	0.994	0.974	0.962	0.951	0.944	0.937
15.0	1.056	1.019	0.997	0.976	0.966	0.956	0.947	0.943
16.0	1.056	1.020	0.999	0.979	0.968	0.960	0.950	0.949

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 35									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$		Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.4$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.2$			
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.669	0.571	0.500	0.427	0.380	0.347	0.312	0.292
1.0		0.871	0.791	0.734	0.676	0.637	0.610	0.583	0.571
2.0		0.943	0.874	0.825	0.772	0.738	0.712	0.687	0.668
3.0		0.980	0.916	0.871	0.825	0.797	0.769	0.751	0.738
4.0		1.001	0.943	0.903	0.859	0.833	0.811	0.792	0.786
5.0		1.016	0.961	0.923	0.886	0.858	0.842	0.825	0.811
6.0		1.027	0.974	0.937	0.905	0.882	0.862	0.847	0.831
7.0		1.035	0.984	0.950	0.916	0.899	0.882	0.865	0.850
8.0		1.041	0.993	0.958	0.928	0.913	0.895	0.881	0.867
9.0		1.044	0.998	0.966	0.937	0.921	0.908	0.893	0.881
10.0		1.047	1.003	0.974	0.944	0.930	0.918	0.904	0.894
11.0		1.050	1.006	0.977	0.950	0.936	0.926	0.912	0.905
12.0		1.053	1.009	0.982	0.957	0.941	0.933	0.917	0.912
13.0		1.054	1.013	0.986	0.962	0.947	0.937	0.925	0.918
14.0		1.055	1.015	0.990	0.965	0.952	0.941	0.932	0.925
15.0		1.056	1.016	0.992	0.969	0.956	0.946	0.936	0.930
16.0		1.057	1.018	0.994	0.972	0.960	0.949	0.940	0.936

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 36									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$		Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.4$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.3$			
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.672	0.570	0.499	0.426	0.379	0.350	0.320	0.292
1.0		0.862	0.778	0.719	0.662	0.620	0.593	0.561	0.545
2.0		0.931	0.859	0.804	0.748	0.714	0.693	0.659	0.641
3.0		0.967	0.901	0.853	0.804	0.772	0.744	0.724	0.706
4.0		0.991	0.929	0.887	0.839	0.810	0.787	0.766	0.757
5.0		1.007	0.948	0.907	0.868	0.837	0.819	0.798	0.789
6.0		1.019	0.962	0.925	0.888	0.859	0.841	0.823	0.810
7.0		1.029	0.973	0.937	0.902	0.879	0.860	0.843	0.828
8.0		1.035	0.983	0.945	0.913	0.897	0.876	0.860	0.842
9.0		1.042	0.991	0.954	0.925	0.907	0.889	0.874	0.861
10.0		1.045	0.997	0.963	0.931	0.915	0.900	0.886	0.872
11.0		1.047	1.002	0.969	0.938	0.922	0.912	0.895	0.885
12.0		1.051	1.004	0.974	0.945	0.928	0.918	0.905	0.894
13.0		1.053	1.008	0.978	0.950	0.934	0.924	0.910	0.903
14.0		1.054	1.011	0.982	0.955	0.940	0.930	0.917	0.910
15.0		1.056	1.013	0.986	0.959	0.945	0.934	0.923	0.916
16.0		1.058	1.015	0.988	0.964	0.950	0.939	0.928	0.922

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 37								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.5				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.605	0.491	0.414	0.346	0.303	0.271	0.233	0.216
1.0	0.867	0.787	0.729	0.673	0.637	0.606	0.584	0.558
2.0	0.958	0.881	0.829	0.775	0.744	0.711	0.683	0.670
3.0	0.998	0.930	0.879	0.828	0.795	0.767	0.740	0.718
4.0	1.018	0.959	0.914	0.865	0.832	0.806	0.776	0.757
5.0	1.030	0.976	0.934	0.888	0.862	0.838	0.809	0.791
6.0	1.039	0.987	0.949	0.910	0.881	0.863	0.839	0.829
7.0	1.044	0.994	0.961	0.923	0.896	0.881	0.863	0.857
8.0	1.049	1.002	0.969	0.935	0.912	0.896	0.885	0.872
9.0	1.051	1.006	0.975	0.943	0.925	0.911	0.901	0.893
10.0	1.054	1.009	0.979	0.950	0.934	0.923	0.913	0.909
11.0	1.056	1.012	0.983	0.955	0.942	0.931	0.924	0.917
12.0	1.058	1.015	0.986	0.961	0.947	0.936	0.930	0.926
13.0	1.058	1.018	0.989	0.965	0.953	0.942	0.934	0.932
14.0	1.058	1.019	0.992	0.968	0.958	0.947	0.940	0.935
15.0	1.060	1.020	0.994	0.972	0.962	0.950	0.943	0.939
16.0	1.060	1.022	0.996	0.975	0.963	0.953	0.946	0.942

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 38								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.5				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.601	0.494	0.420	0.344	0.300	0.268	0.234	0.221
1.0	0.854	0.770	0.710	0.649	0.613	0.582	0.560	0.546
2.0	0.940	0.865	0.813	0.759	0.726	0.697	0.674	0.657
3.0	0.983	0.913	0.866	0.820	0.790	0.763	0.741	0.733
4.0	1.008	0.943	0.899	0.857	0.828	0.806	0.789	0.775
5.0	1.023	0.963	0.921	0.885	0.857	0.837	0.818	0.799
6.0	1.034	0.977	0.938	0.900	0.882	0.863	0.841	0.826
7.0	1.042	0.989	0.950	0.914	0.900	0.879	0.859	0.847
8.0	1.050	0.996	0.960	0.927	0.909	0.895	0.875	0.866
9.0	1.053	1.002	0.969	0.935	0.919	0.907	0.890	0.881
10.0	1.056	1.007	0.975	0.944	0.927	0.917	0.901	0.892
11.0	1.059	1.011	0.981	0.952	0.934	0.924	0.909	0.903
12.0	1.062	1.015	0.985	0.957	0.942	0.929	0.919	0.912
13.0	1.064	1.017	0.988	0.963	0.948	0.935	0.926	0.920
14.0	1.065	1.019	0.991	0.966	0.952	0.941	0.931	0.927
15.0	1.066	1.021	0.994	0.970	0.956	0.946	0.935	0.932
16.0	1.066	1.023	0.996	0.973	0.960	0.950	0.941	0.937

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 39									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.5				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.599	0.492	0.419	0.345	0.299	0.268	0.234	0.217
1.0		0.842	0.754	0.691	0.631	0.590	0.562	0.536	0.518
2.0		0.926	0.849	0.793	0.735	0.699	0.671	0.644	0.633
3.0		0.970	0.896	0.847	0.795	0.762	0.737	0.714	0.702
4.0		0.996	0.929	0.881	0.834	0.803	0.778	0.761	0.750
5.0		1.014	0.948	0.905	0.865	0.832	0.813	0.796	0.776
6.0		1.027	0.965	0.923	0.884	0.861	0.837	0.821	0.802
7.0		1.038	0.977	0.936	0.899	0.881	0.858	0.839	0.824
8.0		1.045	0.988	0.947	0.913	0.893	0.876	0.856	0.843
9.0		1.050	0.994	0.956	0.923	0.905	0.890	0.870	0.862
10.0		1.055	1.001	0.966	0.931	0.914	0.902	0.882	0.874
11.0		1.058	1.005	0.971	0.939	0.922	0.910	0.894	0.885
12.0		1.061	1.009	0.976	0.946	0.929	0.916	0.902	0.894
13.0		1.064	1.012	0.981	0.951	0.936	0.923	0.910	0.904
14.0		1.065	1.015	0.985	0.956	0.941	0.928	0.917	0.910
15.0		1.067	1.018	0.987	0.961	0.945	0.934	0.924	0.917
16.0		1.068	1.020	0.990	0.965	0.951	0.939	0.928	0.923

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 40									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.5				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.603	0.492	0.418	0.345	0.299	0.270	0.243	0.216
1.0		0.829	0.738	0.671	0.611	0.571	0.540	0.516	0.495
2.0		0.911	0.830	0.770	0.709	0.674	0.645	0.615	0.596
3.0		0.954	0.878	0.826	0.771	0.734	0.709	0.685	0.670
4.0		0.983	0.911	0.862	0.810	0.779	0.755	0.729	0.722
5.0		1.002	0.933	0.886	0.841	0.808	0.788	0.767	0.751
6.0		1.017	0.949	0.906	0.864	0.835	0.813	0.793	0.776
7.0		1.030	0.964	0.920	0.880	0.858	0.832	0.815	0.794
8.0		1.039	0.975	0.932	0.895	0.875	0.852	0.832	0.819
9.0		1.044	0.986	0.942	0.907	0.887	0.869	0.848	0.832
10.0		1.049	0.993	0.953	0.916	0.897	0.882	0.864	0.849
11.0		1.053	0.999	0.961	0.924	0.906	0.893	0.875	0.865
12.0		1.058	1.002	0.966	0.932	0.914	0.900	0.885	0.873
13.0		1.061	1.006	0.971	0.938	0.920	0.907	0.893	0.884
14.0		1.064	1.010	0.975	0.945	0.927	0.914	0.900	0.893
15.0		1.066	1.013	0.980	0.951	0.932	0.919	0.907	0.901
16.0		1.068	1.016	0.983	0.955	0.938	0.925	0.913	0.906

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 41									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G-N O R M A L									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.6				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.542	0.424	0.348	0.281	0.240	0.211	0.176	0.162
1.0		0.848	0.761	0.698	0.640	0.600	0.577	0.552	0.522
2.0		0.947	0.864	0.807	0.745	0.716	0.679	0.651	0.639
3.0		0.990	0.917	0.859	0.807	0.769	0.740	0.709	0.685
4.0		1.016	0.949	0.897	0.846	0.811	0.783	0.749	0.727
5.0		1.032	0.969	0.921	0.873	0.841	0.816	0.788	0.773
6.0		1.041	0.981	0.938	0.895	0.861	0.843	0.821	0.809
7.0		1.048	0.990	0.951	0.910	0.881	0.862	0.845	0.832
8.0		1.053	0.997	0.961	0.924	0.898	0.882	0.869	0.860
9.0		1.057	1.003	0.968	0.933	0.912	0.900	0.887	0.876
10.0		1.060	1.008	0.974	0.941	0.923	0.913	0.900	0.892
11.0		1.063	1.012	0.978	0.947	0.931	0.920	0.911	0.904
12.0		1.064	1.015	0.981	0.953	0.937	0.927	0.918	0.914
13.0		1.066	1.018	0.985	0.958	0.944	0.932	0.924	0.918
14.0		1.066	1.020	0.988	0.963	0.949	0.938	0.928	0.923
15.0		1.066	1.022	0.991	0.966	0.955	0.941	0.933	0.928
16.0		1.067	1.023	0.995	0.970	0.956	0.945	0.936	0.932

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 42									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G-N O R M A L									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.6				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.537	0.427	0.352	0.280	0.237	0.209	0.177	0.166
1.0		0.830	0.739	0.677	0.615	0.575	0.547	0.520	0.504
2.0		0.927	0.845	0.787	0.731	0.695	0.670	0.644	0.626
3.0		0.974	0.897	0.846	0.795	0.763	0.737	0.715	0.707
4.0		1.003	0.929	0.883	0.837	0.804	0.782	0.763	0.747
5.0		1.022	0.953	0.906	0.866	0.839	0.814	0.793	0.772
6.0		1.035	0.970	0.925	0.884	0.865	0.841	0.819	0.804
7.0		1.045	0.984	0.940	0.901	0.881	0.862	0.839	0.826
8.0		1.053	0.993	0.952	0.912	0.895	0.879	0.857	0.848
9.0		1.058	1.000	0.961	0.923	0.905	0.892	0.873	0.863
10.0		1.061	1.006	0.968	0.935	0.915	0.902	0.887	0.877
11.0		1.066	1.011	0.974	0.943	0.923	0.910	0.897	0.891
12.0		1.068	1.015	0.980	0.949	0.930	0.917	0.906	0.900
13.0		1.072	1.017	0.984	0.955	0.937	0.924	0.913	0.908
14.0		1.073	1.020	0.987	0.960	0.943	0.929	0.919	0.916
15.0		1.075	1.023	0.990	0.964	0.949	0.936	0.925	0.921
16.0		1.075	1.026	0.993	0.966	0.953	0.942	0.930	0.926

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 43									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.6				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.536	0.425	0.352	0.280	0.236	0.208	0.178	0.162
1.0		0.815	0.722	0.655	0.594	0.555	0.524	0.496	0.478
2.0		0.910	0.824	0.765	0.704	0.668	0.640	0.611	0.599
3.0		0.959	0.877	0.825	0.769	0.734	0.707	0.683	0.676
4.0		0.989	0.914	0.862	0.813	0.779	0.754	0.734	0.716
5.0		1.011	0.936	0.890	0.845	0.811	0.789	0.768	0.746
6.0		1.027	0.956	0.909	0.864	0.841	0.816	0.795	0.774
7.0		1.039	0.971	0.921	0.882	0.862	0.838	0.815	0.801
8.0		1.047	0.982	0.936	0.897	0.875	0.860	0.833	0.824
9.0		1.055	0.991	0.948	0.908	0.890	0.873	0.850	0.840
10.0		1.060	0.998	0.958	0.918	0.898	0.886	0.865	0.853
11.0		1.064	1.002	0.964	0.928	0.908	0.894	0.878	0.868
12.0		1.067	1.008	0.971	0.935	0.916	0.902	0.887	0.879
13.0		1.071	1.012	0.975	0.942	0.923	0.909	0.897	0.890
14.0		1.073	1.015	0.979	0.948	0.929	0.913	0.904	0.899
15.0		1.074	1.019	0.983	0.953	0.936	0.922	0.910	0.906
16.0		1.076	1.021	0.986	0.957	0.942	0.927	0.915	0.911

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 44									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.6				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.540	0.425	0.351	0.279	0.238	0.210	0.184	0.162
1.0		0.800	0.702	0.635	0.569	0.532	0.500	0.472	0.448
2.0		0.890	0.802	0.741	0.679	0.637	0.602	0.584	0.564
3.0		0.942	0.857	0.800	0.741	0.705	0.678	0.648	0.642
4.0		0.973	0.893	0.839	0.786	0.751	0.728	0.702	0.687
5.0		0.998	0.917	0.868	0.820	0.783	0.759	0.739	0.716
6.0		1.015	0.938	0.887	0.841	0.812	0.787	0.767	0.745
7.0		1.028	0.954	0.904	0.861	0.838	0.810	0.789	0.774
8.0		1.039	0.968	0.917	0.878	0.855	0.834	0.808	0.791
9.0		1.047	0.978	0.932	0.891	0.868	0.851	0.827	0.811
10.0		1.054	0.987	0.943	0.901	0.881	0.865	0.841	0.831
11.0		1.058	0.994	0.952	0.911	0.890	0.874	0.857	0.844
12.0		1.063	0.998	0.958	0.919	0.899	0.883	0.867	0.857
13.0		1.067	1.004	0.964	0.927	0.908	0.891	0.876	0.869
14.0		1.070	1.008	0.968	0.935	0.914	0.899	0.885	0.879
15.0		1.073	1.012	0.974	0.942	0.919	0.905	0.893	0.885
16.0		1.076	1.015	0.977	0.946	0.926	0.911	0.899	0.894

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 45								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.7				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0			
K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.486	0.367	0.292	0.230	0.193	0.166	0.136	0.122
1.0	0.829	0.736	0.673	0.613	0.572	0.549	0.517	0.498
2.0	0.935	0.847	0.785	0.724	0.689	0.656	0.622	0.608
3.0	0.985	0.905	0.844	0.785	0.748	0.717	0.681	0.656
4.0	1.013	0.938	0.883	0.828	0.790	0.760	0.724	0.706
5.0	1.030	0.961	0.909	0.858	0.823	0.796	0.769	0.756
6.0	1.042	0.975	0.929	0.881	0.845	0.825	0.804	0.795
7.0	1.049	0.986	0.944	0.899	0.868	0.847	0.833	0.821
8.0	1.056	0.994	0.954	0.912	0.886	0.869	0.855	0.843
9.0	1.061	1.001	0.961	0.921	0.901	0.889	0.876	0.861
10.0	1.065	1.006	0.968	0.930	0.913	0.902	0.890	0.877
11.0	1.067	1.011	0.972	0.937	0.921	0.909	0.899	0.894
12.0	1.069	1.014	0.977	0.946	0.929	0.916	0.908	0.903
13.0	1.072	1.018	0.982	0.952	0.936	0.922	0.912	0.907
14.0	1.072	1.020	0.985	0.956	0.942	0.928	0.918	0.912
15.0	1.074	1.022	0.988	0.961	0.947	0.934	0.922	0.917
16.0	1.074	1.023	0.992	0.964	0.950	0.937	0.927	0.921

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 46								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.7				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1			
K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.481	0.370	0.298	0.229	0.190	0.163	0.136	0.125
1.0	0.808	0.714	0.646	0.588	0.546	0.518	0.494	0.480
2.0	0.914	0.825	0.764	0.708	0.670	0.643	0.615	0.602
3.0	0.966	0.881	0.829	0.774	0.741	0.714	0.692	0.678
4.0	0.998	0.917	0.866	0.820	0.786	0.760	0.736	0.715
5.0	1.019	0.944	0.893	0.849	0.822	0.796	0.772	0.751
6.0	1.035	0.963	0.912	0.868	0.850	0.823	0.797	0.782
7.0	1.045	0.978	0.931	0.886	0.866	0.848	0.821	0.813
8.0	1.055	0.988	0.942	0.900	0.880	0.865	0.840	0.830
9.0	1.062	0.997	0.952	0.913	0.892	0.877	0.858	0.847
10.0	1.067	1.004	0.961	0.925	0.903	0.888	0.874	0.862
11.0	1.072	1.008	0.968	0.933	0.911	0.897	0.885	0.875
12.0	1.074	1.013	0.974	0.942	0.921	0.905	0.893	0.888
13.0	1.077	1.016	0.980	0.947	0.928	0.912	0.901	0.897
14.0	1.079	1.020	0.984	0.953	0.935	0.920	0.909	0.903
15.0	1.080	1.022	0.987	0.956	0.942	0.928	0.915	0.910
16.0	1.082	1.026	0.991	0.960	0.945	0.934	0.921	0.917



Π Ι Ν Α Κ Α Σ 47									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.7				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.480	0.368	0.297	0.229	0.188	0.163	0.138	0.123
1.0		0.790	0.692	0.625	0.564	0.524	0.496	0.464	0.448
2.0		0.894	0.802	0.739	0.679	0.639	0.608	0.588	0.574
3.0		0.948	0.861	0.803	0.747	0.712	0.683	0.660	0.646
4.0		0.982	0.897	0.843	0.794	0.757	0.733	0.708	0.690
5.0		1.007	0.925	0.873	0.825	0.796	0.767	0.743	0.721
6.0		1.026	0.947	0.893	0.847	0.826	0.795	0.772	0.756
7.0		1.037	0.962	0.911	0.866	0.844	0.822	0.793	0.782
8.0		1.048	0.976	0.926	0.882	0.861	0.842	0.813	0.804
9.0		1.056	0.985	0.938	0.894	0.874	0.858	0.833	0.820
10.0		1.062	0.993	0.948	0.906	0.884	0.868	0.849	0.837
11.0		1.069	1.000	0.956	0.918	0.894	0.879	0.863	0.853
12.0		1.074	1.006	0.964	0.927	0.904	0.886	0.873	0.865
13.0		1.078	1.010	0.969	0.934	0.913	0.895	0.883	0.876
14.0		1.081	1.015	0.974	0.940	0.920	0.904	0.891	0.885
15.0		1.082	1.017	0.978	0.946	0.927	0.911	0.898	0.894
16.0		1.084	1.022	0.982	0.950	0.931	0.917	0.904	0.899

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 48									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.7				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.483	0.369	0.295	0.228	0.191	0.166	0.142	0.122
1.0		0.771	0.672	0.601	0.535	0.500	0.469	0.438	0.417
2.0		0.872	0.777	0.712	0.651	0.609	0.574	0.556	0.535
3.0		0.927	0.835	0.777	0.715	0.679	0.650	0.625	0.612
4.0		0.964	0.875	0.818	0.762	0.726	0.702	0.677	0.655
5.0		0.991	0.904	0.848	0.798	0.763	0.737	0.709	0.692
6.0		1.011	0.927	0.872	0.823	0.795	0.766	0.738	0.725
7.0		1.027	0.945	0.890	0.843	0.819	0.793	0.765	0.748
8.0		1.039	0.960	0.905	0.862	0.836	0.817	0.788	0.770
9.0		1.048	0.972	0.921	0.874	0.852	0.833	0.806	0.794
10.0		1.055	0.980	0.932	0.888	0.866	0.846	0.825	0.810
11.0		1.062	0.988	0.941	0.898	0.875	0.858	0.839	0.825
12.0		1.068	0.995	0.950	0.908	0.885	0.868	0.849	0.841
13.0		1.073	1.000	0.957	0.915	0.894	0.876	0.863	0.854
14.0		1.077	1.005	0.962	0.924	0.900	0.884	0.871	0.864
15.0		1.080	1.011	0.967	0.930	0.908	0.892	0.880	0.873
16.0		1.083	1.014	0.970	0.934	0.915	0.899	0.886	0.880

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 49								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G-N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.8				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0			
K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.437	0.320	0.248	0.189	0.156	0.132	0.105	0.094
1.0	0.809	0.715	0.652	0.589	0.554	0.527	0.490	0.475
2.0	0.925	0.833	0.767	0.703	0.665	0.632	0.596	0.575
3.0	0.979	0.893	0.832	0.768	0.728	0.695	0.656	0.634
4.0	1.009	0.931	0.870	0.811	0.772	0.741	0.712	0.695
5.0	1.028	0.954	0.898	0.846	0.805	0.780	0.756	0.741
6.0	1.041	0.970	0.921	0.867	0.833	0.808	0.790	0.776
7.0	1.051	0.981	0.935	0.887	0.856	0.835	0.819	0.809
8.0	1.058	0.991	0.946	0.901	0.875	0.859	0.843	0.829
9.0	1.064	0.998	0.955	0.913	0.891	0.877	0.864	0.850
10.0	1.068	1.005	0.962	0.924	0.903	0.891	0.879	0.867
11.0	1.071	1.009	0.967	0.932	0.912	0.900	0.888	0.883
12.0	1.073	1.014	0.972	0.939	0.922	0.907	0.898	0.891
13.0	1.075	1.016	0.978	0.945	0.928	0.914	0.903	0.897
14.0	1.076	1.020	0.982	0.950	0.934	0.920	0.908	0.903
15.0	1.077	1.022	0.985	0.955	0.939	0.927	0.913	0.906
16.0	1.078	1.024	0.987	0.959	0.943	0.931	0.917	0.910

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 50								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G-N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.8				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1			
K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.431	0.323	0.254	0.188	0.153	0.130	0.106	0.096
1.0	0.788	0.689	0.624	0.565	0.523	0.498	0.472	0.455
2.0	0.899	0.807	0.744	0.685	0.651	0.619	0.595	0.583
3.0	0.957	0.867	0.812	0.756	0.722	0.695	0.672	0.653
4.0	0.992	0.906	0.852	0.805	0.770	0.741	0.716	0.691
5.0	1.015	0.934	0.880	0.833	0.808	0.778	0.754	0.735
6.0	1.034	0.955	0.902	0.855	0.834	0.807	0.779	0.769
7.0	1.045	0.972	0.921	0.873	0.851	0.834	0.807	0.794
8.0	1.056	0.983	0.934	0.889	0.868	0.850	0.829	0.813
9.0	1.065	0.993	0.944	0.904	0.880	0.864	0.846	0.830
10.0	1.070	1.000	0.954	0.914	0.891	0.875	0.861	0.850
11.0	1.076	1.006	0.963	0.923	0.902	0.886	0.872	0.865
12.0	1.079	1.010	0.970	0.933	0.911	0.894	0.882	0.877
13.0	1.082	1.015	0.974	0.940	0.918	0.903	0.891	0.886
14.0	1.085	1.018	0.980	0.945	0.927	0.911	0.899	0.894
15.0	1.087	1.023	0.983	0.949	0.932	0.919	0.905	0.901
16.0	1.089	1.025	0.987	0.953	0.938	0.926	0.913	0.907

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 51								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.8				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2			
K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.430	0.321	0.253	0.188	0.151	0.130	0.108	0.094
1.0	0.768	0.669	0.599	0.538	0.498	0.472	0.444	0.424
2.0	0.878	0.782	0.717	0.658	0.615	0.583	0.564	0.547
3.0	0.936	0.843	0.786	0.725	0.689	0.661	0.640	0.619
4.0	0.975	0.885	0.826	0.777	0.741	0.712	0.684	0.659
5.0	1.001	0.914	0.857	0.807	0.779	0.747	0.725	0.704
6.0	1.021	0.936	0.879	0.831	0.807	0.779	0.750	0.737
7.0	1.037	0.955	0.900	0.851	0.827	0.807	0.774	0.766
8.0	1.047	0.969	0.917	0.868	0.846	0.826	0.796	0.788
9.0	1.057	0.980	0.930	0.883	0.861	0.841	0.818	0.806
10.0	1.067	0.988	0.940	0.896	0.872	0.853	0.836	0.826
11.0	1.073	0.995	0.949	0.907	0.884	0.865	0.847	0.839
12.0	1.077	1.002	0.958	0.917	0.894	0.874	0.861	0.851
13.0	1.083	1.008	0.963	0.925	0.903	0.885	0.870	0.865
14.0	1.085	1.013	0.969	0.932	0.910	0.893	0.879	0.875
15.0	1.089	1.016	0.973	0.937	0.917	0.900	0.887	0.881
16.0	1.091	1.020	0.978	0.942	0.923	0.909	0.893	0.888

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 52								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.8				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3			
K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.435	0.322	0.250	0.188	0.156	0.131	0.110	0.095
1.0	0.746	0.646	0.574	0.505	0.471	0.445	0.414	0.393
2.0	0.857	0.755	0.687	0.627	0.584	0.552	0.529	0.513
3.0	0.913	0.816	0.756	0.692	0.658	0.631	0.602	0.587
4.0	0.954	0.860	0.798	0.743	0.702	0.680	0.652	0.630
5.0	0.984	0.892	0.830	0.777	0.743	0.715	0.686	0.670
6.0	1.007	0.915	0.855	0.803	0.778	0.747	0.719	0.697
7.0	1.022	0.935	0.876	0.828	0.800	0.777	0.745	0.730
8.0	1.036	0.951	0.893	0.847	0.819	0.798	0.768	0.754
9.0	1.046	0.965	0.910	0.861	0.838	0.816	0.790	0.775
10.0	1.055	0.975	0.921	0.874	0.851	0.830	0.808	0.795
11.0	1.064	0.983	0.932	0.885	0.861	0.842	0.821	0.811
12.0	1.070	0.990	0.941	0.894	0.872	0.854	0.836	0.827
13.0	1.076	0.996	0.949	0.905	0.880	0.862	0.849	0.840
14.0	1.082	1.003	0.955	0.914	0.887	0.870	0.858	0.852
15.0	1.086	1.007	0.959	0.920	0.895	0.879	0.866	0.861
16.0	1.089	1.011	0.964	0.925	0.902	0.885	0.874	0.867

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 53									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.9				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0				
	K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.393	0.279	0.212	0.158	0.127	0.105	0.083	0.073	
1.0	0.794	0.698	0.632	0.573	0.535	0.501	0.468	0.458	
2.0	0.914	0.819	0.751	0.686	0.646	0.612	0.572	0.548	
3.0	0.973	0.881	0.817	0.750	0.711	0.681	0.639	0.615	
4.0	1.005	0.922	0.857	0.797	0.757	0.725	0.699	0.681	
5.0	1.025	0.948	0.888	0.831	0.790	0.764	0.743	0.731	
6.0	1.041	0.963	0.913	0.855	0.821	0.795	0.780	0.769	
7.0	1.051	0.976	0.927	0.875	0.845	0.825	0.807	0.794	
8.0	1.060	0.987	0.939	0.891	0.866	0.850	0.831	0.817	
9.0	1.067	0.996	0.948	0.903	0.882	0.870	0.852	0.839	
10.0	1.071	1.004	0.955	0.915	0.895	0.882	0.867	0.855	
11.0	1.073	1.008	0.962	0.924	0.904	0.890	0.881	0.873	
12.0	1.076	1.012	0.968	0.931	0.915	0.900	0.886	0.881	
13.0	1.079	1.016	0.973	0.938	0.921	0.906	0.891	0.889	
14.0	1.080	1.018	0.977	0.944	0.927	0.913	0.898	0.892	
15.0	1.082	1.022	0.982	0.949	0.934	0.919	0.902	0.897	
16.0	1.083	1.024	0.985	0.953	0.938	0.924	0.908	0.901	

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 54									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.9				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1				
	K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.388	0.283	0.217	0.157	0.125	0.105	0.084	0.075	
1.0	0.770	0.670	0.604	0.544	0.504	0.479	0.452	0.436	
2.0	0.888	0.790	0.729	0.670	0.629	0.603	0.577	0.567	
3.0	0.950	0.853	0.797	0.741	0.706	0.678	0.653	0.630	
4.0	0.987	0.895	0.838	0.788	0.759	0.726	0.696	0.675	
5.0	1.012	0.925	0.868	0.817	0.794	0.760	0.734	0.720	
6.0	1.032	0.948	0.891	0.841	0.819	0.794	0.765	0.757	
7.0	1.045	0.966	0.911	0.861	0.840	0.820	0.793	0.777	
8.0	1.056	0.977	0.924	0.879	0.856	0.838	0.815	0.796	
9.0	1.066	0.989	0.938	0.893	0.869	0.850	0.833	0.821	
10.0	1.073	0.997	0.948	0.905	0.881	0.864	0.847	0.837	
11.0	1.078	1.003	0.958	0.915	0.891	0.874	0.861	0.853	
12.0	1.082	1.009	0.964	0.926	0.901	0.885	0.872	0.866	
13.0	1.086	1.014	0.970	0.933	0.910	0.894	0.881	0.876	
14.0	1.089	1.018	0.975	0.937	0.918	0.904	0.890	0.884	
15.0	1.090	1.021	0.979	0.943	0.924	0.913	0.898	0.891	
16.0	1.093	1.025	0.984	0.946	0.930	0.918	0.904	0.898	

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 55									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.9$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.2$				
	K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.387	0.281	0.216	0.156	0.124	0.104	0.086	0.073	
1.0	0.748	0.647	0.579	0.515	0.479	0.451	0.423	0.407	
2.0	0.865	0.764	0.699	0.640	0.596	0.565	0.541	0.533	
3.0	0.925	0.826	0.766	0.710	0.674	0.644	0.618	0.596	
4.0	0.967	0.871	0.810	0.759	0.724	0.692	0.665	0.642	
5.0	0.996	0.904	0.843	0.790	0.762	0.731	0.702	0.686	
6.0	1.018	0.928	0.868	0.816	0.791	0.763	0.731	0.720	
7.0	1.034	0.947	0.889	0.837	0.815	0.792	0.757	0.748	
8.0	1.046	0.963	0.907	0.856	0.832	0.811	0.784	0.769	
9.0	1.058	0.973	0.920	0.872	0.847	0.825	0.806	0.791	
10.0	1.067	0.983	0.932	0.886	0.860	0.840	0.819	0.812	
11.0	1.074	0.991	0.942	0.898	0.871	0.851	0.835	0.827	
12.0	1.080	0.998	0.950	0.907	0.882	0.863	0.848	0.841	
13.0	1.084	1.005	0.957	0.917	0.893	0.873	0.859	0.853	
14.0	1.089	1.010	0.963	0.923	0.901	0.882	0.869	0.862	
15.0	1.092	1.013	0.968	0.928	0.908	0.894	0.877	0.870	
16.0	1.094	1.017	0.972	0.934	0.915	0.902	0.884	0.877	

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 56									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.9$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.3$				
	K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.391	0.282	0.213	0.156	0.127	0.105	0.085	0.074	
1.0	0.725	0.621	0.553	0.484	0.449	0.422	0.393	0.373	
2.0	0.838	0.736	0.668	0.607	0.566	0.535	0.506	0.499	
3.0	0.899	0.800	0.735	0.674	0.637	0.610	0.582	0.562	
4.0	0.943	0.844	0.780	0.725	0.686	0.654	0.628	0.609	
5.0	0.977	0.879	0.814	0.760	0.729	0.696	0.666	0.645	
6.0	0.998	0.904	0.841	0.787	0.762	0.730	0.700	0.680	
7.0	1.017	0.925	0.861	0.813	0.783	0.762	0.726	0.712	
8.0	1.032	0.942	0.882	0.830	0.806	0.782	0.752	0.738	
9.0	1.045	0.957	0.898	0.848	0.823	0.800	0.772	0.761	
10.0	1.056	0.967	0.912	0.861	0.836	0.816	0.793	0.781	
11.0	1.065	0.976	0.924	0.873	0.847	0.828	0.807	0.800	
12.0	1.073	0.985	0.934	0.884	0.857	0.838	0.824	0.814	
13.0	1.078	0.992	0.940	0.895	0.867	0.847	0.834	0.829	
14.0	1.085	0.998	0.946	0.903	0.876	0.859	0.846	0.839	
15.0	1.090	1.003	0.952	0.910	0.884	0.867	0.854	0.847	
16.0	1.094	1.009	0.958	0.915	0.892	0.875	0.862	0.855	

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 57								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 1.0				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0			
K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.356	0.245	0.182	0.132	0.105	0.086	0.066	0.058
1.0	0.781	0.683	0.617	0.555	0.516	0.484	0.454	0.437
2.0	0.906	0.808	0.738	0.669	0.630	0.596	0.560	0.531
3.0	0.966	0.872	0.806	0.738	0.695	0.663	0.626	0.605
4.0	1.000	0.914	0.847	0.784	0.743	0.710	0.686	0.666
5.0	1.024	0.940	0.880	0.818	0.779	0.750	0.730	0.723
6.0	1.038	0.958	0.905	0.843	0.810	0.785	0.767	0.757
7.0	1.051	0.973	0.920	0.866	0.835	0.816	0.796	0.782
8.0	1.060	0.983	0.932	0.883	0.857	0.840	0.823	0.806
9.0	1.067	0.994	0.941	0.895	0.875	0.861	0.842	0.829
10.0	1.072	1.000	0.950	0.908	0.887	0.873	0.859	0.849
11.0	1.076	1.005	0.956	0.917	0.897	0.883	0.872	0.863
12.0	1.079	1.009	0.964	0.925	0.906	0.892	0.878	0.872
13.0	1.081	1.015	0.970	0.931	0.915	0.900	0.883	0.877
14.0	1.082	1.018	0.974	0.937	0.922	0.906	0.889	0.881
15.0	1.084	1.021	0.978	0.942	0.925	0.912	0.895	0.886
16.0	1.085	1.023	0.981	0.947	0.929	0.918	0.901	0.892

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 58								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 1.0				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1			
K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.349	0.248	0.186	0.132	0.102	0.084	0.067	0.059
1.0	0.753	0.655	0.587	0.527	0.492	0.462	0.434	0.421
2.0	0.875	0.778	0.714	0.653	0.615	0.586	0.564	0.552
3.0	0.941	0.840	0.783	0.727	0.690	0.662	0.632	0.609
4.0	0.981	0.885	0.826	0.774	0.743	0.708	0.683	0.661
5.0	1.007	0.917	0.856	0.804	0.780	0.748	0.720	0.709
6.0	1.030	0.942	0.883	0.828	0.805	0.784	0.754	0.737
7.0	1.044	0.959	0.901	0.851	0.827	0.807	0.781	0.762
8.0	1.056	0.973	0.918	0.868	0.845	0.824	0.805	0.784
9.0	1.066	0.984	0.929	0.884	0.858	0.839	0.822	0.809
10.0	1.074	0.993	0.942	0.897	0.871	0.854	0.837	0.825
11.0	1.081	0.999	0.951	0.909	0.883	0.864	0.851	0.843
12.0	1.086	1.007	0.958	0.919	0.893	0.874	0.862	0.855
13.0	1.090	1.012	0.965	0.925	0.903	0.885	0.873	0.865
14.0	1.093	1.016	0.971	0.932	0.912	0.896	0.882	0.874
15.0	1.096	1.021	0.975	0.937	0.917	0.905	0.890	0.882
16.0	1.098	1.024	0.980	0.942	0.924	0.911	0.895	0.889

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 59								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 1.0				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.351	0.246	0.187	0.131	0.101	0.085	0.069	0.058
1.0	0.732	0.627	0.560	0.493	0.463	0.433	0.405	0.390
2.0	0.850	0.746	0.684	0.620	0.583	0.551	0.528	0.512
3.0	0.914	0.815	0.751	0.694	0.657	0.627	0.600	0.573
4.0	0.959	0.860	0.796	0.743	0.709	0.673	0.651	0.628
5.0	0.990	0.893	0.830	0.775	0.745	0.715	0.685	0.669
6.0	1.012	0.920	0.859	0.802	0.777	0.751	0.717	0.706
7.0	1.031	0.938	0.878	0.825	0.800	0.778	0.745	0.732
8.0	1.044	0.954	0.897	0.844	0.822	0.797	0.772	0.754
9.0	1.056	0.967	0.910	0.863	0.836	0.813	0.790	0.783
10.0	1.067	0.978	0.924	0.876	0.848	0.828	0.807	0.800
11.0	1.074	0.987	0.935	0.889	0.861	0.841	0.824	0.815
12.0	1.082	0.995	0.942	0.899	0.872	0.852	0.837	0.829
13.0	1.087	1.002	0.949	0.907	0.883	0.863	0.849	0.842
14.0	1.093	1.007	0.957	0.914	0.891	0.873	0.859	0.851
15.0	1.097	1.011	0.962	0.920	0.900	0.885	0.868	0.860
16.0	1.100	1.016	0.968	0.925	0.906	0.893	0.876	0.867

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 60								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : L O G - N O R M A L								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 1.0				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.353	0.247	0.183	0.130	0.104	0.086	0.067	0.059
1.0	0.706	0.600	0.533	0.465	0.426	0.399	0.379	0.362
2.0	0.821	0.715	0.649	0.586	0.549	0.518	0.492	0.477
3.0	0.886	0.785	0.716	0.657	0.617	0.589	0.561	0.538
4.0	0.934	0.831	0.764	0.708	0.670	0.639	0.608	0.589
5.0	0.969	0.866	0.798	0.743	0.714	0.679	0.649	0.633
6.0	0.993	0.895	0.827	0.774	0.746	0.717	0.683	0.665
7.0	1.013	0.916	0.850	0.797	0.771	0.746	0.712	0.697
8.0	1.029	0.935	0.872	0.817	0.793	0.767	0.737	0.724
9.0	1.044	0.948	0.888	0.834	0.808	0.783	0.760	0.748
10.0	1.055	0.960	0.902	0.846	0.821	0.800	0.778	0.769
11.0	1.065	0.970	0.914	0.862	0.834	0.812	0.796	0.785
12.0	1.074	0.978	0.923	0.874	0.845	0.825	0.808	0.801
13.0	1.082	0.986	0.932	0.885	0.855	0.837	0.822	0.816
14.0	1.087	0.994	0.939	0.893	0.866	0.847	0.834	0.826
15.0	1.092	1.000	0.945	0.900	0.874	0.857	0.843	0.835
16.0	1.096	1.006	0.952	0.906	0.884	0.866	0.851	0.843

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 61									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.1$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.0$				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.916	0.877	0.844	0.808	0.785	0.770	0.740	0.722
1.0		0.973	0.945	0.920	0.893	0.877	0.862	0.833	0.822
2.0		0.995	0.973	0.957	0.938	0.927	0.913	0.903	0.894
3.0		1.004	0.987	0.975	0.959	0.950	0.938	0.929	0.924
4.0		1.008	0.993	0.983	0.971	0.961	0.955	0.945	0.938
5.0		1.010	0.998	0.988	0.978	0.969	0.963	0.956	0.948
6.0		1.012	1.000	0.992	0.983	0.975	0.969	0.963	0.957
7.0		1.013	1.002	0.995	0.985	0.980	0.974	0.969	0.962
8.0		1.013	1.003	0.996	0.988	0.984	0.978	0.972	0.969
9.0		1.014	1.004	0.997	0.990	0.986	0.981	0.975	0.972
10.0		1.015	1.005	0.998	0.992	0.988	0.983	0.977	0.975
11.0		1.015	1.006	0.999	0.993	0.989	0.985	0.980	0.978
12.0		1.014	1.005	1.000	0.994	0.991	0.986	0.982	0.982
13.0		1.014	1.006	1.000	0.995	0.992	0.989	0.985	0.983
14.0		1.014	1.006	1.001	0.995	0.993	0.989	0.986	0.985
15.0		1.014	1.007	1.002	0.996	0.994	0.991	0.988	0.987
16.0		1.015	1.007	1.002	0.997	0.994	0.993	0.989	0.989

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 62									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.1$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.1$				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.916	0.875	0.843	0.808	0.786	0.767	0.739	0.730
1.0		0.971	0.942	0.916	0.891	0.872	0.853	0.834	0.819
2.0		0.993	0.970	0.950	0.930	0.916	0.904	0.891	0.883
3.0		1.003	0.983	0.967	0.950	0.938	0.928	0.915	0.906
4.0		1.008	0.991	0.977	0.961	0.950	0.943	0.930	0.921
5.0		1.011	0.995	0.983	0.968	0.959	0.951	0.941	0.935
6.0		1.012	0.999	0.987	0.975	0.965	0.958	0.949	0.942
7.0		1.014	1.000	0.991	0.979	0.971	0.963	0.956	0.949
8.0		1.015	1.002	0.993	0.983	0.975	0.970	0.962	0.958
9.0		1.014	1.003	0.994	0.985	0.978	0.973	0.968	0.964
10.0		1.015	1.003	0.996	0.987	0.983	0.977	0.973	0.969
11.0		1.015	1.004	0.996	0.989	0.985	0.980	0.977	0.974
12.0		1.016	1.005	0.998	0.990	0.986	0.983	0.978	0.977
13.0		1.016	1.006	0.998	0.992	0.988	0.985	0.982	0.978
14.0		1.016	1.005	0.999	0.993	0.989	0.986	0.984	0.982
15.0		1.016	1.006	0.999	0.994	0.990	0.988	0.986	0.984
16.0		1.016	1.007	0.999	0.994	0.990	0.989	0.987	0.986



Π Ι Ν Α Κ Α Σ 63								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.1$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.2$			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.917	0.876	0.843	0.809	0.785	0.766	0.738	0.727
1.0	0.969	0.939	0.914	0.886	0.869	0.851	0.827	0.819
2.0	0.991	0.966	0.946	0.923	0.907	0.896	0.881	0.873
3.0	1.002	0.980	0.962	0.943	0.929	0.919	0.904	0.894
4.0	1.006	0.988	0.972	0.955	0.942	0.933	0.919	0.910
5.0	1.009	0.993	0.979	0.963	0.952	0.943	0.930	0.922
6.0	1.012	0.996	0.984	0.969	0.959	0.949	0.940	0.931
7.0	1.013	0.999	0.987	0.975	0.965	0.956	0.947	0.941
8.0	1.013	1.000	0.990	0.977	0.969	0.963	0.955	0.949
9.0	1.015	1.002	0.992	0.981	0.973	0.967	0.960	0.956
10.0	1.015	1.003	0.994	0.984	0.977	0.971	0.966	0.962
11.0	1.015	1.003	0.995	0.985	0.980	0.975	0.971	0.966
12.0	1.016	1.004	0.996	0.987	0.983	0.978	0.974	0.970
13.0	1.016	1.005	0.996	0.989	0.985	0.981	0.977	0.974
14.0	1.016	1.005	0.997	0.990	0.987	0.984	0.980	0.977
15.0	1.016	1.005	0.997	0.991	0.988	0.985	0.983	0.980
16.0	1.016	1.006	0.998	0.992	0.989	0.987	0.984	0.982

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 64								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.1$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.3$			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.918	0.875	0.844	0.808	0.787	0.767	0.738	0.723
1.0	0.967	0.935	0.910	0.880	0.865	0.847	0.822	0.808
2.0	0.988	0.961	0.939	0.916	0.901	0.885	0.872	0.863
3.0	0.999	0.975	0.955	0.935	0.921	0.909	0.892	0.881
4.0	1.004	0.984	0.966	0.947	0.934	0.923	0.908	0.899
5.0	1.007	0.989	0.973	0.955	0.944	0.935	0.921	0.909
6.0	1.010	0.993	0.979	0.963	0.952	0.940	0.931	0.919
7.0	1.012	0.996	0.983	0.968	0.957	0.948	0.937	0.929
8.0	1.013	0.998	0.986	0.972	0.962	0.955	0.945	0.940
9.0	1.014	1.000	0.988	0.976	0.967	0.960	0.952	0.948
10.0	1.015	1.001	0.991	0.979	0.971	0.965	0.957	0.954
11.0	1.015	1.002	0.993	0.982	0.975	0.969	0.962	0.959
12.0	1.015	1.003	0.993	0.983	0.978	0.973	0.967	0.963
13.0	1.016	1.003	0.994	0.986	0.980	0.976	0.971	0.967
14.0	1.016	1.003	0.995	0.986	0.983	0.978	0.975	0.970
15.0	1.016	1.005	0.996	0.988	0.984	0.981	0.977	0.973
16.0	1.017	1.005	0.996	0.990	0.986	0.983	0.979	0.975

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 65								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.2				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.828	0.753	0.694	0.630	0.594	0.568	0.535	0.509
1.0	0.943	0.888	0.844	0.800	0.777	0.745	0.715	0.700
2.0	0.988	0.948	0.917	0.882	0.862	0.839	0.809	0.803
3.0	1.007	0.973	0.947	0.920	0.902	0.887	0.867	0.852
4.0	1.015	0.987	0.965	0.941	0.924	0.909	0.897	0.891
5.0	1.019	0.994	0.975	0.955	0.939	0.928	0.919	0.908
6.0	1.023	0.999	0.983	0.963	0.951	0.941	0.929	0.924
7.0	1.024	1.003	0.987	0.970	0.960	0.951	0.941	0.933
8.0	1.025	1.005	0.990	0.975	0.965	0.957	0.949	0.944
9.0	1.026	1.006	0.994	0.978	0.969	0.963	0.957	0.952
10.0	1.026	1.008	0.995	0.982	0.974	0.968	0.962	0.956
11.0	1.027	1.009	0.998	0.985	0.977	0.972	0.965	0.960
12.0	1.027	1.010	0.999	0.987	0.980	0.975	0.968	0.964
13.0	1.028	1.011	1.000	0.989	0.983	0.976	0.970	0.967
14.0	1.028	1.012	1.001	0.991	0.984	0.978	0.973	0.969
15.0	1.028	1.011	1.001	0.993	0.985	0.980	0.974	0.970
16.0	1.028	1.012	1.003	0.994	0.987	0.982	0.976	0.973

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 66								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.2				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.828	0.750	0.693	0.630	0.595	0.562	0.508	0.481
1.0	0.938	0.880	0.834	0.790	0.761	0.728	0.694	0.674
2.0	0.982	0.936	0.900	0.861	0.838	0.817	0.793	0.774
3.0	1.000	0.962	0.933	0.902	0.881	0.860	0.837	0.830
4.0	1.010	0.978	0.952	0.924	0.903	0.887	0.868	0.862
5.0	1.017	0.987	0.962	0.939	0.921	0.905	0.889	0.879
6.0	1.020	0.993	0.971	0.948	0.935	0.919	0.904	0.895
7.0	1.022	0.998	0.977	0.956	0.942	0.928	0.913	0.908
8.0	1.024	1.000	0.983	0.963	0.949	0.935	0.924	0.916
9.0	1.026	1.002	0.985	0.968	0.955	0.943	0.931	0.925
10.0	1.026	1.004	0.988	0.972	0.959	0.950	0.937	0.933
11.0	1.027	1.006	0.990	0.976	0.964	0.955	0.943	0.937
12.0	1.026	1.006	0.993	0.978	0.967	0.957	0.949	0.943
13.0	1.027	1.007	0.994	0.981	0.972	0.960	0.952	0.949
14.0	1.027	1.008	0.995	0.982	0.973	0.964	0.956	0.953
15.0	1.028	1.008	0.996	0.985	0.975	0.966	0.960	0.956
16.0	1.028	1.009	0.997	0.986	0.977	0.970	0.963	0.959

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 67,									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.2				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.829	0.750	0.693	0.632	0.596	0.561	0.513	0.485
1.0		0.935	0.874	0.827	0.780	0.748	0.717	0.682	0.669
2.0		0.976	0.928	0.889	0.847	0.822	0.801	0.779	0.751
3.0		0.995	0.955	0.922	0.887	0.865	0.842	0.815	0.806
4.0		1.007	0.971	0.942	0.910	0.888	0.869	0.849	0.843
5.0		1.015	0.980	0.954	0.927	0.906	0.891	0.872	0.859
6.0		1.018	0.987	0.964	0.938	0.924	0.903	0.886	0.879
7.0		1.022	0.993	0.970	0.947	0.932	0.915	0.899	0.890
8.0		1.024	0.996	0.976	0.955	0.939	0.925	0.909	0.902
9.0		1.025	0.999	0.981	0.962	0.947	0.931	0.920	0.910
10.0		1.026	1.002	0.984	0.966	0.951	0.938	0.926	0.917
11.0		1.027	1.004	0.987	0.969	0.955	0.946	0.932	0.925
12.0		1.027	1.005	0.988	0.972	0.960	0.950	0.938	0.932
13.0		1.027	1.006	0.990	0.975	0.963	0.952	0.944	0.936
14.0		1.028	1.007	0.992	0.978	0.967	0.956	0.947	0.943
15.0		1.028	1.007	0.994	0.980	0.970	0.959	0.951	0.947
16.0		1.029	1.008	0.994	0.982	0.971	0.962	0.955	0.950

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 68									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.2				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.834	0.755	0.699	0.638	0.600	0.567	0.518	0.492
1.0		0.934	0.875	0.829	0.777	0.749	0.717	0.682	0.659
2.0		0.975	0.922	0.881	0.841	0.814	0.789	0.763	0.747
3.0		0.995	0.949	0.914	0.875	0.850	0.826	0.797	0.781
4.0		1.006	0.967	0.933	0.897	0.873	0.853	0.827	0.809
5.0		1.013	0.979	0.948	0.914	0.892	0.872	0.848	0.830
6.0		1.018	0.986	0.958	0.926	0.908	0.887	0.868	0.852
7.0		1.022	0.992	0.966	0.937	0.919	0.900	0.882	0.866
8.0		1.024	0.995	0.972	0.946	0.928	0.913	0.897	0.885
9.0		1.026	0.998	0.977	0.953	0.936	0.923	0.908	0.898
10.0		1.027	1.001	0.982	0.958	0.943	0.932	0.920	0.912
11.0		1.029	1.002	0.984	0.964	0.951	0.940	0.928	0.922
12.0		1.029	1.004	0.986	0.967	0.956	0.946	0.937	0.930
13.0		1.030	1.005	0.988	0.970	0.962	0.953	0.944	0.936
14.0		1.032	1.007	0.990	0.973	0.966	0.958	0.950	0.943
15.0		1.032	1.008	0.991	0.976	0.968	0.962	0.954	0.948
16.0		1.033	1.009	0.993	0.979	0.970	0.965	0.958	0.956

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 69									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.3$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.0$				
K/σ	$p = 20.0$	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1	
0.0	0.742	0.635	0.558	0.482	0.439	0.396	0.337	0.305	
1.0	0.908	0.835	0.784	0.725	0.685	0.642	0.602	0.580	
2.0	0.976	0.918	0.877	0.832	0.801	0.776	0.734	0.710	
3.0	1.003	0.955	0.918	0.879	0.858	0.833	0.802	0.778	
4.0	1.018	0.974	0.943	0.909	0.888	0.871	0.841	0.821	
5.0	1.027	0.987	0.958	0.927	0.910	0.896	0.872	0.855	
6.0	1.032	0.995	0.968	0.939	0.926	0.914	0.895	0.884	
7.0	1.035	1.002	0.975	0.951	0.937	0.927	0.914	0.907	
8.0	1.038	1.006	0.981	0.958	0.946	0.934	0.923	0.917	
9.0	1.038	1.009	0.986	0.965	0.952	0.943	0.932	0.923	
10.0	1.039	1.012	0.989	0.970	0.957	0.949	0.937	0.932	
11.0	1.040	1.013	0.993	0.975	0.962	0.954	0.943	0.937	
12.0	1.041	1.014	0.995	0.979	0.967	0.958	0.950	0.943	
13.0	1.041	1.016	0.997	0.982	0.970	0.962	0.954	0.947	
14.0	1.041	1.017	0.998	0.984	0.974	0.966	0.958	0.952	
15.0	1.042	1.018	0.999	0.985	0.976	0.968	0.962	0.956	
16.0	1.042	1.017	1.001	0.986	0.979	0.970	0.963	0.959	

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 70									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.3$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.1$				
K/σ	$p = 20.0$	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1	
0.0	0.748	0.643	0.564	0.490	0.438	0.401	0.349	0.333	
1.0	0.910	0.835	0.777	0.717	0.683	0.645	0.599	0.575	
2.0	0.974	0.912	0.865	0.811	0.779	0.755	0.722	0.709	
3.0	1.004	0.948	0.906	0.859	0.832	0.806	0.776	0.759	
4.0	1.018	0.971	0.931	0.888	0.862	0.840	0.812	0.799	
5.0	1.026	0.983	0.951	0.911	0.886	0.860	0.836	0.820	
6.0	1.032	0.993	0.962	0.927	0.903	0.884	0.860	0.840	
7.0	1.035	0.999	0.971	0.938	0.918	0.900	0.879	0.864	
8.0	1.037	1.003	0.977	0.949	0.929	0.914	0.895	0.888	
9.0	1.040	1.006	0.982	0.957	0.940	0.925	0.910	0.904	
10.0	1.041	1.008	0.986	0.961	0.947	0.935	0.924	0.919	
11.0	1.042	1.010	0.988	0.966	0.954	0.945	0.933	0.925	
12.0	1.044	1.012	0.991	0.970	0.959	0.951	0.942	0.931	
13.0	1.044	1.014	0.993	0.975	0.964	0.957	0.949	0.941	
14.0	1.044	1.014	0.994	0.977	0.967	0.960	0.955	0.951	
15.0	1.045	1.016	0.996	0.979	0.970	0.962	0.958	0.952	
16.0	1.045	1.016	0.997	0.982	0.973	0.965	0.961	0.958	

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 71								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.3				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.751	0.643	0.567	0.489	0.439	0.404	0.346	0.314
1.0	0.905	0.828	0.768	0.703	0.668	0.626	0.584	0.561
2.0	0.967	0.899	0.847	0.793	0.757	0.730	0.698	0.685
3.0	0.999	0.937	0.890	0.839	0.810	0.781	0.745	0.728
4.0	1.013	0.961	0.917	0.870	0.841	0.817	0.784	0.761
5.0	1.023	0.976	0.939	0.894	0.866	0.837	0.809	0.793
6.0	1.028	0.986	0.952	0.912	0.884	0.862	0.838	0.815
7.0	1.033	0.994	0.962	0.924	0.903	0.879	0.858	0.838
8.0	1.036	0.999	0.969	0.937	0.913	0.897	0.873	0.860
9.0	1.038	1.002	0.975	0.945	0.924	0.911	0.888	0.882
10.0	1.041	1.005	0.979	0.952	0.935	0.920	0.905	0.898
11.0	1.043	1.007	0.982	0.957	0.943	0.930	0.918	0.910
12.0	1.043	1.010	0.985	0.961	0.950	0.939	0.928	0.917
13.0	1.045	1.011	0.988	0.966	0.954	0.946	0.936	0.926
14.0	1.045	1.013	0.991	0.970	0.958	0.951	0.943	0.937
15.0	1.046	1.014	0.992	0.974	0.963	0.955	0.950	0.945
16.0	1.047	1.015	0.993	0.976	0.966	0.958	0.953	0.949

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 72								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.3				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.749	0.642	0.566	0.485	0.438	0.401	0.341	0.311
1.0	0.900	0.818	0.755	0.685	0.651	0.611	0.572	0.551
2.0	0.961	0.885	0.831	0.773	0.735	0.706	0.664	0.651
3.0	0.990	0.925	0.874	0.818	0.784	0.754	0.716	0.695
4.0	1.006	0.950	0.902	0.848	0.817	0.791	0.755	0.736
5.0	1.017	0.966	0.923	0.875	0.844	0.815	0.784	0.763
6.0	1.024	0.978	0.938	0.893	0.865	0.837	0.811	0.788
7.0	1.030	0.986	0.950	0.908	0.881	0.859	0.832	0.807
8.0	1.033	0.992	0.959	0.920	0.896	0.876	0.852	0.833
9.0	1.037	0.996	0.966	0.929	0.907	0.890	0.867	0.854
10.0	1.039	1.000	0.971	0.938	0.918	0.903	0.881	0.874
11.0	1.041	1.003	0.975	0.947	0.927	0.913	0.899	0.889
12.0	1.042	1.005	0.979	0.950	0.935	0.923	0.910	0.899
13.0	1.044	1.007	0.982	0.955	0.942	0.931	0.920	0.908
14.0	1.045	1.010	0.984	0.960	0.948	0.938	0.927	0.915
15.0	1.045	1.011	0.987	0.964	0.951	0.944	0.935	0.929
16.0	1.046	1.012	0.988	0.968	0.956	0.948	0.942	0.937

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 73								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.4				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0			
	K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2
0.0	0.663	0.538	0.437	0.346	0.297	0.261	0.201	0.158
1.0	0.888	0.795	0.726	0.658	0.612	0.577	0.545	0.510
2.0	0.973	0.901	0.845	0.783	0.748	0.716	0.678	0.667
3.0	1.009	0.946	0.901	0.847	0.818	0.783	0.752	0.740
4.0	1.028	0.972	0.930	0.888	0.861	0.842	0.803	0.788
5.0	1.037	0.989	0.950	0.915	0.891	0.867	0.841	0.814
6.0	1.044	0.999	0.965	0.928	0.910	0.885	0.867	0.850
7.0	1.047	1.007	0.976	0.940	0.918	0.901	0.885	0.874
8.0	1.051	1.011	0.985	0.949	0.927	0.912	0.899	0.889
9.0	1.052	1.015	0.989	0.959	0.934	0.920	0.904	0.900
10.0	1.053	1.018	0.995	0.966	0.939	0.927	0.912	0.904
11.0	1.055	1.019	0.998	0.970	0.947	0.930	0.918	0.910
12.0	1.056	1.021	1.000	0.974	0.951	0.936	0.922	0.914
13.0	1.056	1.022	1.002	0.978	0.958	0.940	0.927	0.918
14.0	1.056	1.024	1.003	0.981	0.964	0.945	0.930	0.922
15.0	1.057	1.024	1.005	0.983	0.967	0.950	0.934	0.927
16.0	1.057	1.025	1.006	0.985	0.971	0.957	0.937	0.927

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 74								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.4				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1			
	K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2
0.0	0.665	0.537	0.447	0.363	0.307	0.271	0.215	0.192
1.0	0.881	0.790	0.719	0.650	0.612	0.573	0.529	0.514
2.0	0.964	0.886	0.825	0.762	0.721	0.695	0.658	0.640
3.0	1.001	0.932	0.879	0.820	0.787	0.754	0.716	0.703
4.0	1.021	0.960	0.909	0.859	0.825	0.793	0.762	0.740
5.0	1.032	0.976	0.933	0.886	0.852	0.825	0.791	0.767
6.0	1.039	0.989	0.948	0.903	0.875	0.851	0.822	0.796
7.0	1.044	0.997	0.960	0.919	0.893	0.874	0.843	0.827
8.0	1.047	1.002	0.968	0.932	0.907	0.890	0.865	0.859
9.0	1.051	1.006	0.975	0.943	0.920	0.902	0.885	0.879
10.0	1.053	1.008	0.979	0.947	0.930	0.916	0.901	0.894
11.0	1.054	1.011	0.984	0.955	0.941	0.927	0.914	0.900
12.0	1.055	1.014	0.987	0.962	0.945	0.937	0.926	0.917
13.0	1.056	1.016	0.990	0.966	0.950	0.943	0.935	0.927
14.0	1.056	1.018	0.993	0.970	0.956	0.946	0.941	0.935
15.0	1.057	1.020	0.994	0.972	0.961	0.949	0.945	0.940
16.0	1.057	1.021	0.996	0.975	0.963	0.954	0.948	0.944

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 75								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.4				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2			
K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.658	0.526	0.437	0.351	0.302	0.257	0.194	0.166
1.0	0.867	0.766	0.694	0.614	0.575	0.540	0.497	0.466
2.0	0.945	0.859	0.796	0.727	0.689	0.655	0.609	0.597
3.0	0.983	0.910	0.852	0.795	0.752	0.721	0.682	0.657
4.0	1.008	0.939	0.886	0.834	0.794	0.765	0.722	0.712
5.0	1.021	0.956	0.910	0.862	0.831	0.793	0.767	0.750
6.0	1.032	0.971	0.927	0.883	0.858	0.821	0.793	0.781
7.0	1.036	0.983	0.940	0.899	0.873	0.844	0.814	0.801
8.0	1.041	0.991	0.950	0.912	0.887	0.859	0.833	0.820
9.0	1.044	0.996	0.959	0.922	0.898	0.871	0.854	0.837
10.0	1.046	1.001	0.965	0.932	0.905	0.887	0.864	0.849
11.0	1.049	1.004	0.971	0.939	0.914	0.898	0.877	0.863
12.0	1.049	1.006	0.975	0.945	0.922	0.904	0.885	0.874
13.0	1.050	1.009	0.979	0.949	0.929	0.910	0.893	0.885
14.0	1.052	1.010	0.982	0.955	0.934	0.915	0.901	0.892
15.0	1.053	1.012	0.984	0.960	0.938	0.921	0.908	0.898
16.0	1.054	1.013	0.987	0.963	0.941	0.927	0.913	0.903

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 76								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.4				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3			
K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.666	0.536	0.448	0.356	0.297	0.258	0.206	0.180
1.0	0.867	0.764	0.689	0.607	0.562	0.527	0.479	0.452
2.0	0.945	0.851	0.782	0.711	0.667	0.632	0.577	0.564
3.0	0.984	0.900	0.836	0.769	0.728	0.688	0.649	0.628
4.0	1.005	0.932	0.870	0.807	0.768	0.731	0.690	0.669
5.0	1.018	0.954	0.899	0.837	0.799	0.764	0.728	0.698
6.0	1.029	0.968	0.917	0.863	0.825	0.794	0.760	0.727
7.0	1.037	0.979	0.933	0.879	0.847	0.822	0.787	0.758
8.0	1.040	0.987	0.945	0.895	0.865	0.840	0.811	0.791
9.0	1.046	0.993	0.954	0.908	0.877	0.858	0.830	0.819
10.0	1.050	0.997	0.960	0.918	0.893	0.873	0.852	0.838
11.0	1.052	1.002	0.967	0.928	0.905	0.885	0.872	0.857
12.0	1.054	1.006	0.970	0.934	0.915	0.899	0.883	0.871
13.0	1.057	1.008	0.975	0.941	0.924	0.911	0.895	0.875
14.0	1.058	1.010	0.978	0.947	0.930	0.920	0.908	0.898
15.0	1.059	1.012	0.982	0.952	0.936	0.927	0.916	0.910
16.0	1.060	1.015	0.983	0.956	0.941	0.931	0.924	0.920

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 77								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.5				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0			
	K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2
0.0	0.576	0.438	0.335	0.246	0.196	0.159	0.125	0.106
1.0	0.851	0.751	0.682	0.613	0.572	0.536	0.500	0.478
2.0	0.953	0.867	0.808	0.741	0.706	0.667	0.631	0.598
3.0	1.003	0.926	0.871	0.814	0.775	0.738	0.700	0.660
4.0	1.027	0.960	0.912	0.856	0.825	0.795	0.745	0.715
5.0	1.041	0.982	0.938	0.888	0.861	0.829	0.788	0.754
6.0	1.050	0.996	0.956	0.909	0.884	0.857	0.824	0.793
7.0	1.057	1.005	0.969	0.930	0.901	0.880	0.852	0.826
8.0	1.060	1.012	0.978	0.941	0.914	0.893	0.872	0.847
9.0	1.062	1.016	0.984	0.951	0.928	0.908	0.888	0.869
10.0	1.065	1.021	0.989	0.959	0.938	0.923	0.899	0.887
11.0	1.066	1.024	0.993	0.967	0.947	0.933	0.910	0.892
12.0	1.068	1.025	0.996	0.972	0.953	0.937	0.923	0.906
13.0	1.069	1.027	0.999	0.976	0.959	0.945	0.931	0.912
14.0	1.070	1.028	1.002	0.978	0.965	0.950	0.936	0.925
15.0	1.069	1.030	1.004	0.981	0.968	0.956	0.946	0.932
16.0	1.070	1.030	1.006	0.983	0.972	0.962	0.953	0.935

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 78								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.5				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1			
	K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2
0.0	0.584	0.442	0.342	0.256	0.202	0.167	0.115	0.088
1.0	0.851	0.747	0.669	0.592	0.547	0.511	0.472	0.452
2.0	0.951	0.857	0.789	0.717	0.672	0.643	0.602	0.581
3.0	0.997	0.915	0.852	0.784	0.742	0.705	0.668	0.654
4.0	1.022	0.947	0.888	0.829	0.786	0.750	0.714	0.686
5.0	1.035	0.969	0.917	0.859	0.819	0.789	0.751	0.722
6.0	1.044	0.984	0.934	0.882	0.850	0.821	0.787	0.760
7.0	1.050	0.994	0.949	0.902	0.869	0.848	0.814	0.800
8.0	1.055	1.000	0.960	0.915	0.886	0.865	0.839	0.829
9.0	1.059	1.004	0.968	0.927	0.900	0.881	0.862	0.853
10.0	1.063	1.009	0.975	0.935	0.916	0.898	0.880	0.872
11.0	1.064	1.013	0.978	0.945	0.925	0.910	0.898	0.889
12.0	1.066	1.015	0.982	0.951	0.932	0.920	0.912	0.901
13.0	1.067	1.017	0.986	0.956	0.938	0.928	0.920	0.914
14.0	1.068	1.021	0.990	0.961	0.946	0.933	0.927	0.921
15.0	1.068	1.023	0.993	0.964	0.951	0.937	0.931	0.926
16.0	1.069	1.025	0.994	0.968	0.955	0.942	0.935	0.930



Π Ι Ν Α Κ Α Σ 79								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.5				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.577	0.429	0.330	0.243	0.193	0.151	0.090	0.058
1.0	0.834	0.721	0.636	0.550	0.507	0.472	0.424	0.397
2.0	0.927	0.828	0.754	0.679	0.636	0.588	0.546	0.523
3.0	0.976	0.888	0.821	0.751	0.704	0.670	0.620	0.599
4.0	1.007	0.923	0.861	0.801	0.755	0.722	0.673	0.655
5.0	1.022	0.944	0.889	0.831	0.797	0.752	0.724	0.710
6.0	1.035	0.962	0.909	0.857	0.825	0.785	0.753	0.737
7.0	1.042	0.975	0.924	0.875	0.846	0.812	0.781	0.763
8.0	1.048	0.987	0.938	0.890	0.860	0.830	0.802	0.787
9.0	1.052	0.993	0.948	0.903	0.874	0.846	0.822	0.805
10.0	1.055	0.998	0.955	0.915	0.884	0.863	0.838	0.821
11.0	1.057	1.003	0.962	0.922	0.895	0.875	0.849	0.834
12.0	1.058	1.007	0.968	0.929	0.903	0.883	0.861	0.852
13.0	1.060	1.009	0.973	0.937	0.912	0.888	0.870	0.858
14.0	1.062	1.012	0.976	0.944	0.918	0.896	0.879	0.868
15.0	1.063	1.013	0.980	0.948	0.922	0.905	0.885	0.876
16.0	1.064	1.014	0.983	0.952	0.926	0.911	0.892	0.883

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 80								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.5				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.577	0.425	0.327	0.238	0.189	0.148	0.093	0.062
1.0	0.821	0.706	0.613	0.521	0.478	0.436	0.391	0.364
2.0	0.914	0.808	0.727	0.648	0.595	0.549	0.502	0.472
3.0	0.964	0.867	0.795	0.718	0.670	0.629	0.572	0.552
4.0	0.994	0.903	0.836	0.771	0.723	0.685	0.630	0.599
5.0	1.013	0.927	0.867	0.804	0.767	0.718	0.683	0.664
6.0	1.026	0.947	0.886	0.832	0.798	0.752	0.719	0.702
7.0	1.036	0.961	0.905	0.850	0.820	0.781	0.746	0.729
8.0	1.043	0.973	0.918	0.866	0.835	0.801	0.771	0.756
9.0	1.047	0.982	0.933	0.880	0.849	0.817	0.791	0.771
10.0	1.052	0.988	0.943	0.892	0.860	0.835	0.808	0.791
11.0	1.054	0.995	0.949	0.902	0.870	0.849	0.823	0.804
12.0	1.056	0.998	0.956	0.911	0.881	0.859	0.835	0.821
13.0	1.058	1.003	0.962	0.918	0.890	0.867	0.845	0.835
14.0	1.060	1.005	0.967	0.925	0.897	0.875	0.855	0.843
15.0	1.062	1.009	0.970	0.933	0.904	0.882	0.864	0.851
16.0	1.063	1.010	0.974	0.940	0.909	0.892	0.870	0.860

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 81									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.6				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.495	0.351	0.257	0.169	0.133	0.101	0.071	0.053
1.0		0.818	0.716	0.648	0.572	0.528	0.492	0.444	0.418
2.0		0.934	0.842	0.775	0.709	0.673	0.647	0.612	0.579
3.0		0.990	0.903	0.843	0.775	0.745	0.722	0.690	0.674
4.0		1.020	0.941	0.885	0.825	0.793	0.761	0.739	0.723
5.0		1.038	0.966	0.910	0.860	0.827	0.799	0.774	0.764
6.0		1.048	0.983	0.935	0.883	0.854	0.830	0.803	0.793
7.0		1.058	0.995	0.949	0.903	0.876	0.849	0.833	0.817
8.0		1.064	1.003	0.963	0.920	0.893	0.870	0.847	0.837
9.0		1.067	1.009	0.972	0.932	0.905	0.885	0.868	0.856
10.0		1.070	1.014	0.979	0.943	0.917	0.899	0.882	0.872
11.0		1.071	1.018	0.984	0.951	0.926	0.909	0.897	0.886
12.0		1.072	1.022	0.989	0.958	0.934	0.918	0.904	0.899
13.0		1.073	1.024	0.991	0.962	0.941	0.926	0.914	0.907
14.0		1.073	1.027	0.995	0.966	0.947	0.935	0.921	0.915
15.0		1.073	1.028	0.998	0.970	0.953	0.941	0.928	0.922
16.0		1.074	1.029	1.000	0.972	0.957	0.945	0.936	0.925

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 82									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.6				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.495	0.344	0.247	0.158	0.119	0.083	0.036	0.018
1.0		0.817	0.700	0.614	0.527	0.485	0.453	0.411	0.383
2.0		0.927	0.822	0.747	0.671	0.627	0.578	0.539	0.514
3.0		0.982	0.887	0.818	0.747	0.703	0.668	0.612	0.589
4.0		1.011	0.926	0.860	0.797	0.756	0.718	0.681	0.655
5.0		1.031	0.948	0.892	0.832	0.797	0.757	0.722	0.710
6.0		1.042	0.967	0.911	0.856	0.825	0.788	0.756	0.739
7.0		1.051	0.981	0.929	0.878	0.844	0.811	0.782	0.766
8.0		1.056	0.991	0.942	0.893	0.862	0.833	0.808	0.788
9.0		1.060	0.997	0.952	0.906	0.875	0.851	0.825	0.807
10.0		1.062	1.002	0.960	0.916	0.886	0.865	0.839	0.828
11.0		1.065	1.007	0.966	0.925	0.899	0.873	0.852	0.839
12.0		1.066	1.010	0.971	0.934	0.907	0.882	0.865	0.851
13.0		1.068	1.013	0.976	0.942	0.914	0.891	0.873	0.862
14.0		1.070	1.014	0.980	0.947	0.918	0.903	0.881	0.870
15.0		1.070	1.016	0.984	0.951	0.924	0.909	0.889	0.876
16.0		1.072	1.018	0.987	0.955	0.930	0.914	0.897	0.884

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 83								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.6				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.508	0.350	0.253	0.161	0.107	0.068	0.031	0.009
1.0	0.814	0.690	0.600	0.510	0.461	0.421	0.382	0.359
2.0	0.923	0.807	0.727	0.644	0.593	0.551	0.502	0.481
3.0	0.981	0.876	0.796	0.719	0.668	0.624	0.577	0.545
4.0	1.009	0.917	0.845	0.768	0.719	0.675	0.628	0.598
5.0	1.028	0.946	0.876	0.805	0.758	0.722	0.669	0.636
6.0	1.042	0.965	0.902	0.835	0.792	0.755	0.711	0.682
7.0	1.052	0.978	0.919	0.860	0.820	0.789	0.752	0.728
8.0	1.059	0.988	0.936	0.878	0.837	0.812	0.782	0.766
9.0	1.064	0.994	0.947	0.894	0.858	0.831	0.813	0.796
10.0	1.068	1.001	0.954	0.906	0.876	0.853	0.832	0.820
11.0	1.072	1.007	0.962	0.915	0.891	0.871	0.855	0.843
12.0	1.076	1.011	0.967	0.924	0.901	0.886	0.872	0.859
13.0	1.078	1.014	0.972	0.933	0.910	0.898	0.886	0.876
14.0	1.080	1.018	0.976	0.937	0.918	0.904	0.894	0.888
15.0	1.081	1.020	0.981	0.944	0.925	0.910	0.902	0.896
16.0	1.083	1.023	0.984	0.949	0.933	0.915	0.906	0.902

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 84								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.6				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.509	0.350	0.253	0.151	0.096	0.060	0.015	0.001
1.0	0.803	0.670	0.576	0.483	0.427	0.382	0.342	0.315
2.0	0.909	0.782	0.697	0.606	0.556	0.504	0.456	0.419
3.0	0.964	0.851	0.767	0.681	0.628	0.581	0.531	0.489
4.0	0.997	0.897	0.816	0.732	0.679	0.636	0.583	0.550
5.0	1.018	0.926	0.850	0.772	0.721	0.681	0.626	0.593
6.0	1.033	0.947	0.878	0.804	0.758	0.720	0.665	0.636
7.0	1.044	0.964	0.899	0.829	0.785	0.746	0.708	0.682
8.0	1.054	0.975	0.914	0.850	0.804	0.777	0.746	0.721
9.0	1.060	0.983	0.928	0.867	0.828	0.797	0.774	0.750
10.0	1.066	0.992	0.939	0.884	0.846	0.818	0.797	0.780
11.0	1.070	0.998	0.947	0.894	0.863	0.838	0.817	0.800
12.0	1.073	1.004	0.953	0.903	0.878	0.857	0.841	0.827
13.0	1.076	1.007	0.960	0.913	0.889	0.872	0.857	0.846
14.0	1.078	1.011	0.964	0.921	0.898	0.883	0.870	0.862
15.0	1.080	1.014	0.968	0.928	0.905	0.892	0.879	0.872
16.0	1.082	1.018	0.972	0.934	0.912	0.898	0.887	0.879

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 85								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.7				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.418	0.268	0.184	0.112	0.072	0.047	0.031	0.022
1.0	0.800	0.689	0.612	0.537	0.503	0.467	0.427	0.403
2.0	0.925	0.821	0.753	0.687	0.643	0.608	0.578	0.555
3.0	0.982	0.888	0.822	0.765	0.729	0.698	0.667	0.643
4.0	1.015	0.930	0.870	0.812	0.778	0.751	0.717	0.705
5.0	1.034	0.955	0.902	0.845	0.813	0.784	0.761	0.741
6.0	1.047	0.973	0.924	0.871	0.838	0.816	0.786	0.772
7.0	1.059	0.986	0.938	0.891	0.862	0.836	0.811	0.793
8.0	1.066	0.995	0.949	0.909	0.878	0.853	0.828	0.813
9.0	1.071	1.002	0.958	0.919	0.892	0.870	0.844	0.827
10.0	1.074	1.009	0.965	0.928	0.903	0.882	0.859	0.837
11.0	1.076	1.014	0.973	0.936	0.910	0.893	0.873	0.852
12.0	1.079	1.017	0.978	0.944	0.919	0.901	0.882	0.866
13.0	1.082	1.022	0.982	0.948	0.923	0.910	0.889	0.876
14.0	1.083	1.025	0.987	0.953	0.932	0.917	0.894	0.886
15.0	1.084	1.027	0.991	0.957	0.937	0.923	0.900	0.894
16.0	1.086	1.029	0.995	0.963	0.940	0.927	0.906	0.898

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 86								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.7				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.431	0.274	0.179	0.102	0.059	0.027	0.001	0.000
1.0	0.799	0.673	0.584	0.498	0.448	0.419	0.381	0.365
2.0	0.924	0.805	0.726	0.642	0.592	0.548	0.507	0.484
3.0	0.985	0.879	0.799	0.722	0.674	0.627	0.581	0.541
4.0	1.017	0.925	0.851	0.772	0.723	0.682	0.630	0.602
5.0	1.036	0.950	0.883	0.813	0.765	0.728	0.682	0.650
6.0	1.051	0.971	0.909	0.844	0.802	0.766	0.723	0.707
7.0	1.061	0.984	0.928	0.868	0.824	0.797	0.769	0.749
8.0	1.067	0.993	0.942	0.885	0.848	0.821	0.798	0.784
9.0	1.073	1.001	0.951	0.901	0.869	0.843	0.826	0.810
10.0	1.077	1.008	0.960	0.913	0.884	0.865	0.850	0.834
11.0	1.081	1.014	0.967	0.923	0.896	0.881	0.870	0.857
12.0	1.083	1.017	0.972	0.931	0.907	0.894	0.882	0.874
13.0	1.086	1.020	0.978	0.937	0.916	0.901	0.888	0.885
14.0	1.087	1.024	0.982	0.944	0.925	0.908	0.897	0.892
15.0	1.089	1.026	0.985	0.949	0.932	0.915	0.903	0.897
16.0	1.090	1.028	0.988	0.953	0.936	0.921	0.908	0.903

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 87									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.7$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.2$				
	K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.434	0.272	0.175	0.087	0.036	0.005	0.000	0.000	0.000
1.0	0.785	0.649	0.555	0.467	0.412	0.375	0.340	0.315	0.315
2.0	0.907	0.777	0.694	0.604	0.552	0.497	0.454	0.417	0.417
3.0	0.970	0.857	0.767	0.684	0.627	0.582	0.532	0.495	0.495
4.0	1.005	0.903	0.823	0.738	0.682	0.640	0.582	0.558	0.558
5.0	1.028	0.933	0.859	0.782	0.730	0.691	0.637	0.604	0.604
6.0	1.043	0.957	0.885	0.813	0.767	0.725	0.680	0.659	0.659
7.0	1.055	0.971	0.907	0.841	0.793	0.763	0.725	0.702	0.702
8.0	1.064	0.983	0.924	0.861	0.817	0.788	0.761	0.738	0.738
9.0	1.071	0.991	0.935	0.877	0.839	0.810	0.788	0.775	0.775
10.0	1.075	0.998	0.945	0.891	0.859	0.834	0.813	0.798	0.798
11.0	1.080	1.005	0.954	0.902	0.875	0.853	0.838	0.823	0.823
12.0	1.084	1.011	0.962	0.912	0.886	0.871	0.856	0.847	0.847
13.0	1.086	1.015	0.965	0.919	0.896	0.883	0.869	0.861	0.861
14.0	1.088	1.018	0.970	0.927	0.906	0.891	0.876	0.872	0.872
15.0	1.090	1.021	0.974	0.934	0.914	0.898	0.885	0.878	0.878
16.0	1.092	1.025	0.978	0.941	0.920	0.902	0.892	0.885	0.885

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 88									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.7$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.3$				
	K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.434	0.273	0.169	0.072	0.023	0.001	0.000	0.000	0.000
1.0	0.771	0.624	0.526	0.434	0.375	0.335	0.290	0.263	0.263
2.0	0.888	0.754	0.661	0.564	0.508	0.456	0.404	0.362	0.362
3.0	0.953	0.830	0.734	0.644	0.582	0.534	0.486	0.449	0.449
4.0	0.992	0.877	0.792	0.698	0.642	0.591	0.543	0.506	0.506
5.0	1.014	0.912	0.831	0.741	0.688	0.643	0.587	0.557	0.557
6.0	1.031	0.936	0.861	0.777	0.724	0.678	0.638	0.610	0.610
7.0	1.046	0.955	0.883	0.806	0.752	0.718	0.676	0.652	0.652
8.0	1.056	0.968	0.901	0.831	0.780	0.747	0.719	0.691	0.691
9.0	1.065	0.977	0.915	0.848	0.805	0.772	0.746	0.726	0.726
10.0	1.070	0.987	0.928	0.866	0.826	0.794	0.772	0.764	0.764
11.0	1.077	0.995	0.936	0.879	0.844	0.818	0.802	0.782	0.782
12.0	1.081	1.003	0.944	0.890	0.861	0.839	0.821	0.811	0.811
13.0	1.084	1.008	0.952	0.899	0.872	0.855	0.840	0.830	0.830
14.0	1.087	1.012	0.958	0.907	0.883	0.868	0.852	0.842	0.842
15.0	1.090	1.015	0.962	0.916	0.891	0.876	0.861	0.853	0.853
16.0	1.092	1.019	0.966	0.923	0.900	0.883	0.870	0.861	0.861

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 89								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.8				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.349	0.209	0.129	0.068	0.040	0.028	0.014	0.011
1.0	0.778	0.653	0.570	0.499	0.456	0.424	0.386	0.367
2.0	0.916	0.803	0.725	0.654	0.613	0.576	0.526	0.508
3.0	0.985	0.880	0.809	0.743	0.704	0.665	0.625	0.594
4.0	1.023	0.929	0.861	0.800	0.763	0.730	0.690	0.670
5.0	1.046	0.960	0.897	0.838	0.803	0.779	0.752	0.730
6.0	1.063	0.981	0.925	0.869	0.837	0.815	0.788	0.776
7.0	1.073	0.994	0.945	0.891	0.864	0.840	0.823	0.807
8.0	1.080	1.005	0.958	0.910	0.886	0.862	0.840	0.830
9.0	1.085	1.013	0.967	0.925	0.900	0.879	0.860	0.848
10.0	1.089	1.021	0.976	0.937	0.913	0.892	0.876	0.865
11.0	1.092	1.025	0.984	0.947	0.923	0.903	0.889	0.875
12.0	1.095	1.029	0.988	0.952	0.931	0.912	0.898	0.890
13.0	1.095	1.033	0.994	0.958	0.939	0.920	0.905	0.896
14.0	1.097	1.035	0.997	0.962	0.945	0.927	0.911	0.905
15.0	1.097	1.037	1.001	0.966	0.948	0.932	0.917	0.910
16.0	1.097	1.039	1.004	0.970	0.953	0.938	0.923	0.915

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 90								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.8				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.360	0.207	0.117	0.048	0.010	0.001	0.000	0.000
1.0	0.772	0.638	0.549	0.466	0.416	0.380	0.340	0.327
2.0	0.910	0.783	0.697	0.609	0.563	0.514	0.465	0.436
3.0	0.978	0.862	0.775	0.692	0.641	0.593	0.545	0.505
4.0	1.015	0.910	0.833	0.748	0.696	0.654	0.597	0.572
5.0	1.036	0.941	0.867	0.794	0.741	0.699	0.653	0.631
6.0	1.052	0.963	0.896	0.826	0.780	0.742	0.707	0.682
7.0	1.064	0.977	0.916	0.851	0.805	0.775	0.746	0.728
8.0	1.071	0.988	0.931	0.870	0.830	0.802	0.780	0.766
9.0	1.078	0.998	0.943	0.890	0.853	0.829	0.810	0.794
10.0	1.084	1.006	0.955	0.899	0.871	0.850	0.835	0.820
11.0	1.088	1.013	0.962	0.910	0.884	0.868	0.853	0.840
12.0	1.091	1.016	0.966	0.918	0.895	0.881	0.867	0.854
13.0	1.094	1.020	0.971	0.927	0.905	0.890	0.876	0.870
14.0	1.096	1.024	0.976	0.936	0.914	0.896	0.883	0.877
15.0	1.096	1.026	0.981	0.941	0.920	0.903	0.890	0.883
16.0	1.097	1.029	0.985	0.947	0.928	0.910	0.896	0.888

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 91									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.8$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.2$				
K/ $\sigma$	$p =$	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.363	0.204	0.113	0.026	0.001	0.000	0.000	0.000
1.0		0.754	0.612	0.517	0.429	0.376	0.334	0.300	0.274
2.0		0.892	0.755	0.661	0.570	0.518	0.467	0.416	0.375
3.0		0.961	0.837	0.743	0.650	0.593	0.545	0.492	0.455
4.0		1.002	0.887	0.803	0.709	0.657	0.605	0.555	0.525
5.0		1.025	0.923	0.839	0.755	0.704	0.659	0.607	0.580
6.0		1.043	0.947	0.872	0.793	0.739	0.698	0.657	0.635
7.0		1.058	0.962	0.894	0.822	0.770	0.736	0.702	0.679
8.0		1.068	0.975	0.912	0.842	0.798	0.764	0.738	0.722
9.0		1.075	0.986	0.926	0.863	0.821	0.790	0.772	0.758
10.0		1.082	0.996	0.935	0.877	0.841	0.816	0.798	0.779
11.0		1.086	1.005	0.946	0.889	0.861	0.841	0.820	0.809
12.0		1.090	1.011	0.954	0.899	0.872	0.857	0.841	0.826
13.0		1.093	1.015	0.958	0.909	0.883	0.869	0.852	0.841
14.0		1.096	1.018	0.963	0.918	0.893	0.877	0.863	0.855
15.0		1.098	1.023	0.969	0.926	0.903	0.884	0.871	0.863
16.0		1.100	1.025	0.973	0.931	0.909	0.891	0.877	0.869

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 92									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.8$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.3$				
K/ $\sigma$	$p =$	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.356	0.189	0.087	0.007	0.001	0.000	0.000	0.000
1.0		0.719	0.571	0.475	0.374	0.326	0.281	0.238	0.217
2.0		0.853	0.708	0.613	0.522	0.463	0.410	0.340	0.310
3.0		0.925	0.796	0.697	0.611	0.557	0.508	0.426	0.397
4.0		0.969	0.848	0.755	0.670	0.620	0.573	0.521	0.482
5.0		0.999	0.881	0.798	0.712	0.665	0.618	0.578	0.561
6.0		1.022	0.908	0.828	0.747	0.701	0.656	0.624	0.601
7.0		1.038	0.930	0.854	0.777	0.731	0.691	0.656	0.637
8.0		1.050	0.947	0.876	0.800	0.752	0.718	0.683	0.668
9.0		1.060	0.960	0.892	0.818	0.772	0.741	0.705	0.691
10.0		1.067	0.971	0.907	0.839	0.792	0.760	0.728	0.711
11.0		1.073	0.980	0.921	0.850	0.811	0.776	0.746	0.727
12.0		1.076	0.987	0.930	0.864	0.825	0.792	0.757	0.744
13.0		1.080	0.993	0.938	0.875	0.837	0.805	0.770	0.752
14.0		1.083	1.000	0.944	0.883	0.847	0.819	0.780	0.761
15.0		1.085	1.005	0.951	0.893	0.857	0.833	0.793	0.777
16.0		1.088	1.008	0.956	0.901	0.868	0.841	0.804	0.784

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 93								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.9				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0			
K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.285	0.153	0.083	0.038	0.022	0.013	0.008	0.005
1.0	0.752	0.628	0.550	0.474	0.427	0.390	0.346	0.333
2.0	0.902	0.782	0.703	0.623	0.575	0.542	0.481	0.439
3.0	0.974	0.861	0.784	0.710	0.665	0.625	0.560	0.525
4.0	1.016	0.912	0.837	0.765	0.723	0.686	0.626	0.581
5.0	1.043	0.946	0.875	0.808	0.766	0.726	0.682	0.640
6.0	1.061	0.968	0.907	0.840	0.800	0.766	0.711	0.682
7.0	1.073	0.985	0.927	0.865	0.830	0.795	0.746	0.715
8.0	1.082	0.998	0.945	0.886	0.853	0.819	0.773	0.747
9.0	1.087	1.007	0.957	0.899	0.872	0.843	0.796	0.776
10.0	1.094	1.013	0.965	0.914	0.885	0.864	0.824	0.802
11.0	1.097	1.019	0.973	0.927	0.895	0.874	0.843	0.817
12.0	1.100	1.024	0.980	0.936	0.906	0.886	0.855	0.831
13.0	-0.990	1.028	0.986	0.946	0.915	0.894	0.866	0.844
14.0	-0.990	1.032	0.989	0.951	0.924	0.901	0.872	0.856
15.0	-0.990	1.035	0.993	0.955	0.930	0.908	0.883	0.868
16.0	-0.990	1.038	0.996	0.959	0.936	0.914	0.889	0.872

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 94								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.9				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1			
K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.298	0.150	0.069	0.009	0.001	0.000	0.000	0.000
1.0	0.743	0.608	0.521	0.437	0.383	0.350	0.310	0.286
2.0	0.895	0.761	0.670	0.579	0.531	0.480	0.429	0.396
3.0	0.968	0.845	0.757	0.666	0.610	0.564	0.512	0.481
4.0	1.009	0.898	0.815	0.724	0.675	0.627	0.575	0.546
5.0	1.034	0.931	0.852	0.773	0.718	0.675	0.634	0.611
6.0	1.053	0.956	0.883	0.808	0.755	0.720	0.685	0.663
7.0	1.066	0.971	0.905	0.835	0.788	0.755	0.727	0.713
8.0	1.075	0.984	0.921	0.855	0.815	0.782	0.766	0.753
9.0	1.083	0.994	0.934	0.874	0.839	0.812	0.794	0.780
10.0	1.090	1.004	0.946	0.888	0.858	0.838	0.819	0.799
11.0	1.095	1.010	0.953	0.898	0.870	0.855	0.841	0.824
12.0	1.097	1.016	0.958	0.910	0.884	0.870	0.852	0.842
13.0	-0.990	1.020	0.966	0.919	0.894	0.879	0.863	0.852
14.0	-0.990	1.024	0.971	0.927	0.902	0.886	0.870	0.862
15.0	-0.990	1.027	0.975	0.934	0.911	0.893	0.877	0.869
16.0	-0.990	1.031	0.981	0.939	0.919	0.899	0.884	0.874



Π Ι Ν Α Κ Α Σ 95								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.9				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.2			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.294	0.132	0.044	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.711	0.567	0.477	0.381	0.334	0.295	0.245	0.222
2.0	0.856	0.719	0.625	0.532	0.478	0.433	0.362	0.330
3.0	0.935	0.803	0.712	0.625	0.571	0.525	0.456	0.422
4.0	0.982	0.858	0.769	0.683	0.638	0.590	0.547	0.512
5.0	1.014	0.894	0.810	0.731	0.685	0.634	0.601	0.581
6.0	1.035	0.921	0.842	0.763	0.721	0.675	0.644	0.624
7.0	1.051	0.944	0.868	0.792	0.746	0.710	0.675	0.661
8.0	1.062	0.958	0.889	0.813	0.769	0.738	0.702	0.691
9.0	1.071	0.972	0.907	0.834	0.792	0.760	0.727	0.712
10.0	1.078	0.982	0.921	0.852	0.810	0.776	0.746	0.730
11.0	1.083	0.990	0.931	0.866	0.827	0.794	0.761	0.746
12.0	1.086	0.998	0.940	0.876	0.838	0.811	0.776	0.757
13.0	1.089	1.004	0.947	0.887	0.851	0.824	0.789	0.770
14.0	1.091	1.009	0.955	0.896	0.864	0.836	0.798	0.778
15.0	1.093	1.012	0.960	0.905	0.873	0.844	0.818	0.786
16.0	1.094	1.015	0.965	0.913	0.877	0.853	0.831	0.794

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 96								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.9				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.3			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.293	0.129	0.033	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.688	0.537	0.443	0.346	0.300	0.257	0.199	0.182
2.0	0.833	0.682	0.585	0.490	0.437	0.385	0.310	0.283
3.0	0.910	0.773	0.669	0.581	0.526	0.483	0.413	0.376
4.0	0.960	0.830	0.733	0.639	0.590	0.543	0.497	0.475
5.0	0.994	0.867	0.778	0.688	0.635	0.589	0.556	0.538
6.0	1.017	0.895	0.810	0.725	0.676	0.627	0.601	0.584
7.0	1.036	0.919	0.839	0.758	0.704	0.667	0.634	0.619
8.0	1.049	0.937	0.861	0.781	0.731	0.693	0.662	0.644
9.0	1.061	0.952	0.881	0.801	0.754	0.717	0.685	0.664
10.0	1.068	0.966	0.898	0.820	0.775	0.738	0.705	0.685
11.0	1.076	0.975	0.910	0.835	0.793	0.758	0.726	0.702
12.0	1.081	0.982	0.921	0.850	0.810	0.773	0.743	0.710
13.0	1.085	0.989	0.929	0.860	0.823	0.791	0.751	0.728
14.0	1.087	0.996	0.937	0.872	0.835	0.807	0.759	0.742
15.0	1.090	1.003	0.944	0.884	0.847	0.816	0.777	0.751
16.0	1.093	1.007	0.950	0.890	0.855	0.824	0.796	0.758

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 97								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 1.0				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.0			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.229	0.108	0.053	0.022	0.012	0.007	0.003	0.002
1.0	0.725	0.607	0.526	0.457	0.413	0.376	0.343	0.319
2.0	0.887	0.762	0.682	0.606	0.560	0.528	0.478	0.456
3.0	0.967	0.847	0.767	0.691	0.646	0.611	0.569	0.551
4.0	1.015	0.904	0.821	0.751	0.704	0.667	0.633	0.615
5.0	1.048	0.938	0.865	0.797	0.752	0.709	0.681	0.666
6.0	1.067	0.966	0.895	0.828	0.788	0.750	0.713	0.697
7.0	1.083	0.986	0.913	0.855	0.818	0.782	0.749	0.731
8.0	1.092	1.000	0.933	0.874	0.839	0.805	0.777	0.757
9.0	1.100	1.012	0.950	0.891	0.860	0.826	0.802	0.782
10.0	-0.990	1.021	0.963	0.907	0.875	0.842	0.816	0.804
11.0	-0.990	1.028	0.975	0.917	0.886	0.857	0.831	0.821
12.0	-0.990	1.036	0.982	0.931	0.900	0.871	0.844	0.836
13.0	-0.990	1.040	0.991	0.942	0.911	0.884	0.856	0.848
14.0	-0.990	1.044	0.999	0.952	0.922	0.895	0.869	0.860
15.0	-0.990	1.046	1.003	0.959	0.931	0.907	0.879	0.872
16.0	-0.990	1.050	1.007	0.966	0.942	0.913	0.891	0.883

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 98								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 1.0				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.1			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.229	0.093	0.021	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.703	0.571	0.487	0.398	0.351	0.313	0.271	0.253
2.0	0.860	0.732	0.637	0.549	0.496	0.457	0.396	0.360
3.0	0.944	0.815	0.725	0.641	0.590	0.550	0.490	0.457
4.0	0.990	0.869	0.785	0.700	0.655	0.611	0.571	0.558
5.0	1.022	0.906	0.826	0.744	0.700	0.659	0.625	0.604
6.0	1.044	0.933	0.856	0.780	0.735	0.698	0.666	0.649
7.0	1.059	0.954	0.882	0.806	0.763	0.732	0.692	0.682
8.0	1.070	0.968	0.904	0.830	0.787	0.756	0.722	0.705
9.0	1.078	0.979	0.920	0.851	0.807	0.778	0.745	0.730
10.0	1.085	0.989	0.930	0.865	0.826	0.794	0.765	0.743
11.0	1.089	0.999	0.941	0.877	0.839	0.814	0.782	0.756
12.0	1.092	1.005	0.948	0.891	0.855	0.828	0.793	0.769
13.0	1.095	1.009	0.955	0.899	0.865	0.839	0.808	0.778
14.0	1.097	1.014	0.962	0.908	0.875	0.848	0.825	0.788
15.0	1.099	1.017	0.966	0.913	0.883	0.858	0.834	0.797
16.0	-0.990	1.019	0.970	0.920	0.891	0.865	0.843	0.805

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 99									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 1.0$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.2$				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.237	0.082	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0		0.683	0.538	0.449	0.359	0.316	0.276	0.219	0.199
2.0		0.838	0.697	0.600	0.507	0.455	0.410	0.340	0.315
3.0		0.923	0.785	0.687	0.600	0.547	0.507	0.448	0.405
4.0		0.974	0.843	0.749	0.661	0.613	0.570	0.526	0.511
5.0		1.006	0.883	0.795	0.708	0.660	0.616	0.583	0.564
6.0		1.032	0.913	0.828	0.745	0.696	0.658	0.627	0.609
7.0		1.048	0.934	0.855	0.775	0.729	0.690	0.658	0.641
8.0		1.061	0.953	0.879	0.798	0.751	0.715	0.683	0.666
9.0		1.072	0.965	0.898	0.819	0.774	0.743	0.709	0.686
10.0		1.080	0.977	0.913	0.838	0.795	0.762	0.728	0.707
11.0		1.085	0.986	0.924	0.852	0.810	0.779	0.747	0.718
12.0		1.088	0.993	0.933	0.865	0.828	0.798	0.761	0.732
13.0		1.091	1.002	0.942	0.879	0.842	0.811	0.772	0.746
14.0		1.095	1.006	0.948	0.888	0.851	0.819	0.793	0.755
15.0		1.098	1.011	0.955	0.897	0.860	0.830	0.803	0.764
16.0		-0.990	1.015	0.959	0.905	0.869	0.841	0.813	0.772

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 100									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ $D/\mu$ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Γ Α Μ Μ Α									
Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 1.0$				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης $\rho = 0.3$				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.231	0.075	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0		0.657	0.506	0.412	0.323	0.274	0.238	0.184	0.163
2.0		0.811	0.658	0.560	0.466	0.414	0.363	0.299	0.270
3.0		0.894	0.750	0.646	0.556	0.502	0.460	0.405	0.379
4.0		0.949	0.811	0.711	0.614	0.568	0.523	0.486	0.468
5.0		0.983	0.853	0.758	0.665	0.609	0.570	0.540	0.523
6.0		1.012	0.886	0.794	0.707	0.652	0.608	0.583	0.565
7.0		1.031	0.908	0.823	0.741	0.686	0.646	0.611	0.594
8.0		1.047	0.927	0.849	0.764	0.716	0.673	0.638	0.617
9.0		1.059	0.944	0.870	0.786	0.737	0.699	0.660	0.637
10.0		1.070	0.958	0.890	0.806	0.758	0.722	0.688	0.663
11.0		1.078	0.968	0.904	0.822	0.779	0.744	0.704	0.678
12.0		1.084	0.977	0.913	0.835	0.796	0.763	0.715	0.694
13.0		1.088	0.986	0.922	0.851	0.813	0.778	0.733	0.703
14.0		1.091	0.995	0.930	0.864	0.823	0.787	0.750	0.717
15.0		1.095	1.001	0.936	0.873	0.834	0.798	0.768	0.726
16.0		1.098	1.006	0.944	0.882	0.846	0.812	0.772	0.734

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 101								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : H U R S T								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασ/ράς: σ/μ=0.2 Συντ/τής HURST: h=0.65				Συντ/τές αυτ/σης: ρ = 0.25 ρ = 0.12			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.837	0.751	0.674	0.588	0.531	0.481	0.426	0.398
1.0	0.941	0.870	0.814	0.747	0.696	0.651	0.606	0.573
2.0	0.981	0.923	0.879	0.824	0.789	0.751	0.699	0.662
3.0	1.002	0.951	0.907	0.864	0.830	0.805	0.745	0.707
4.0	1.013	0.968	0.928	0.888	0.861	0.834	0.787	0.757
5.0	1.019	0.977	0.944	0.904	0.877	0.854	0.813	0.764
6.0	1.024	0.986	0.954	0.916	0.890	0.873	0.833	0.798
7.0	1.027	0.992	0.962	0.928	0.903	0.883	0.850	0.811
8.0	1.030	0.996	0.968	0.935	0.915	0.892	0.861	0.833
9.0	1.032	0.999	0.973	0.944	0.925	0.903	0.875	0.849
10.0	1.033	1.002	0.978	0.950	0.934	0.911	0.884	0.868
11.0	1.034	1.004	0.981	0.956	0.940	0.918	0.894	0.873
12.0	1.036	1.007	0.984	0.961	0.946	0.927	0.900	0.884
13.0	1.036	1.007	0.987	0.965	0.950	0.931	0.905	0.889
14.0	1.037	1.010	0.989	0.969	0.955	0.936	0.913	0.896
15.0	1.038	1.010	0.991	0.971	0.958	0.941	0.917	0.904
16.0	1.039	1.012	0.993	0.973	0.961	0.945	0.922	0.909

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 102								
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S								
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής Διασποράς σ/μ = 0.2				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.25			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.836	0.746	0.675	0.598	0.543	0.501	0.431	0.398
1.0	0.938	0.871	0.815	0.750	0.710	0.671	0.604	0.586
2.0	0.982	0.926	0.880	0.831	0.794	0.766	0.726	0.704
3.0	1.003	0.955	0.915	0.872	0.843	0.817	0.785	0.757
4.0	1.012	0.972	0.937	0.899	0.870	0.849	0.812	0.795
5.0	1.019	0.983	0.952	0.915	0.892	0.872	0.845	0.819
6.0	1.023	0.992	0.964	0.929	0.908	0.887	0.863	0.846
7.0	1.026	0.996	0.971	0.942	0.921	0.901	0.881	0.862
8.0	1.028	1.000	0.977	0.949	0.930	0.913	0.895	0.881
9.0	1.029	1.002	0.981	0.956	0.939	0.925	0.909	0.898
10.0	1.030	1.004	0.986	0.964	0.947	0.933	0.918	0.910
11.0	1.032	1.006	0.988	0.968	0.954	0.942	0.931	0.923
12.0	1.033	1.007	0.990	0.971	0.960	0.950	0.939	0.932
13.0	1.033	1.008	0.992	0.974	0.966	0.955	0.947	0.938
14.0	1.035	1.009	0.993	0.978	0.969	0.962	0.952	0.945
15.0	1.034	1.011	0.995	0.980	0.972	0.966	0.958	0.952
16.0	1.034	1.012	0.995	0.982	0.975	0.969	0.963	0.957

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 103

Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ  $D/\mu$  - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Α Ρ Μ Α

Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.2$				Συντ/τές αυτ/σης: $\rho_1 = 0.25$ $\rho_2 = 0.12$			
	K/σ	$p = 20.0$	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2
0.0	0.837	0.745	0.674	0.595	0.543	0.494	0.435	0.396
1.0	0.938	0.869	0.815	0.748	0.704	0.664	0.609	0.580
2.0	0.979	0.922	0.877	0.825	0.791	0.758	0.724	0.707
3.0	0.999	0.950	0.909	0.865	0.832	0.810	0.771	0.741
4.0	1.009	0.967	0.931	0.889	0.858	0.838	0.805	0.775
5.0	1.016	0.979	0.945	0.906	0.880	0.862	0.832	0.807
6.0	1.021	0.987	0.958	0.921	0.897	0.877	0.850	0.829
7.0	1.024	0.993	0.966	0.933	0.910	0.889	0.869	0.847
8.0	1.026	0.997	0.971	0.941	0.920	0.902	0.882	0.867
9.0	1.029	0.999	0.976	0.948	0.929	0.915	0.896	0.884
10.0	1.029	1.001	0.981	0.955	0.939	0.924	0.907	0.898
11.0	1.031	1.004	0.984	0.961	0.945	0.933	0.921	0.911
12.0	1.032	1.006	0.986	0.965	0.950	0.941	0.928	0.922
13.0	1.033	1.006	0.988	0.968	0.957	0.947	0.937	0.929
14.0	1.034	1.008	0.990	0.972	0.963	0.952	0.943	0.936
15.0	1.034	1.009	0.991	0.975	0.966	0.958	0.948	0.942
16.0	1.034	1.010	0.993	0.978	0.969	0.962	0.954	0.945

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 104									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : H U R S T									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασπ/ράς:σ/μ=0.1				Συντ/τές αυτ/σης:ρ = 0.25 ρ = 0.12				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.918	0.876	0.836	0.795	0.765	0.741	0.713	0.698
1.0		0.970	0.935	0.907	0.873	0.848	0.825	0.802	0.786
2.0		0.991	0.961	0.939	0.912	0.895	0.876	0.849	0.831
3.0		1.001	0.975	0.953	0.933	0.916	0.903	0.873	0.853
4.0		1.007	0.984	0.964	0.944	0.931	0.917	0.894	0.879
5.0		1.009	0.989	0.972	0.952	0.938	0.927	0.907	0.886
6.0		1.012	0.993	0.977	0.958	0.945	0.937	0.915	0.897
7.0		1.014	0.996	0.982	0.964	0.952	0.941	0.925	0.906
8.0		1.015	0.998	0.984	0.968	0.957	0.947	0.932	0.916
9.0		1.016	1.000	0.986	0.972	0.962	0.951	0.936	0.928
10.0		1.016	1.001	0.989	0.974	0.966	0.956	0.942	0.933
11.0		1.018	1.002	0.991	0.978	0.970	0.959	0.947	0.937
12.0		1.018	1.003	0.992	0.981	0.973	0.963	0.950	0.941
13.0		1.018	1.004	0.993	0.983	0.975	0.966	0.952	0.946
14.0		1.018	1.005	0.995	0.984	0.977	0.968	0.956	0.949
15.0		1.019	1.005	0.996	0.985	0.979	0.971	0.959	0.953
16.0		1.019	1.005	0.996	0.986	0.980	0.973	0.961	0.955

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 105									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.1				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.25				
K/σ	p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0		0.918	0.873	0.837	0.798	0.772	0.751	0.716	0.699
1.0		0.969	0.936	0.907	0.875	0.855	0.836	0.802	0.793
2.0		0.991	0.963	0.940	0.916	0.897	0.883	0.863	0.852
3.0		1.002	0.977	0.957	0.936	0.921	0.909	0.892	0.879
4.0		1.006	0.986	0.968	0.950	0.935	0.925	0.906	0.897
5.0		1.009	0.992	0.976	0.957	0.946	0.936	0.923	0.910
6.0		1.011	0.996	0.982	0.965	0.954	0.944	0.932	0.923
7.0		1.013	0.998	0.986	0.970	0.960	0.950	0.941	0.930
8.0		1.014	1.000	0.988	0.974	0.965	0.957	0.948	0.941
9.0		1.014	1.001	0.991	0.978	0.969	0.963	0.954	0.949
10.0		1.015	1.003	0.993	0.982	0.974	0.966	0.960	0.956
11.0		1.016	1.003	0.994	0.984	0.977	0.970	0.966	0.962
12.0		1.016	1.003	0.995	0.985	0.980	0.974	0.970	0.966
13.0		1.016	1.004	0.996	0.987	0.983	0.977	0.973	0.969
14.0		1.017	1.005	0.996	0.989	0.984	0.981	0.976	0.973
15.0		1.018	1.006	0.997	0.990	0.986	0.983	0.978	0.976
16.0		1.018	1.005	0.997	0.991	0.987	0.984	0.982	0.978

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 106

Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ  $D/\mu$  - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Α Ρ Μ Α

Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.1$				Συντ/τές αυτ/σης: $\rho_1=0.25$ $\rho_2=0.12$			
K/σ	p = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.918	0.873	0.837	0.798	0.772	0.746	0.717	0.698
1.0	0.968	0.935	0.907	0.874	0.852	0.832	0.804	0.790
2.0	0.989	0.961	0.938	0.912	0.895	0.880	0.862	0.854
3.0	1.000	0.975	0.955	0.932	0.917	0.905	0.885	0.870
4.0	1.005	0.984	0.966	0.945	0.929	0.919	0.902	0.887
5.0	1.008	0.989	0.973	0.953	0.940	0.931	0.916	0.904
6.0	1.011	0.993	0.979	0.960	0.948	0.938	0.925	0.914
7.0	1.012	0.996	0.983	0.967	0.955	0.945	0.935	0.923
8.0	1.014	0.998	0.986	0.971	0.960	0.951	0.941	0.933
9.0	1.015	1.000	0.988	0.975	0.965	0.957	0.947	0.943
10.0	1.014	1.001	0.990	0.977	0.969	0.962	0.953	0.949
11.0	1.015	1.002	0.992	0.980	0.973	0.967	0.960	0.955
12.0	1.016	1.002	0.993	0.983	0.975	0.970	0.964	0.961
13.0	1.016	1.004	0.995	0.984	0.979	0.974	0.968	0.964
14.0	1.017	1.003	0.995	0.985	0.982	0.976	0.972	0.968
15.0	1.018	1.005	0.996	0.987	0.983	0.979	0.974	0.971
16.0	1.018	1.005	0.996	0.989	0.984	0.981	0.977	0.972

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 107									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : H U R S T									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασ/ράς:σ/μ=0.4				Συντ/τές αυτ/σης:ρ1= 0.25 ρ2= 0.12				
K/σ	ρ = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1	
0.0	0.674	0.502	0.347	0.176	0.061	0.000	0.000	0.000	
1.0	0.881	0.742	0.628	0.493	0.400	0.378	0.294	0.257	
2.0	0.961	0.846	0.761	0.659	0.587	0.522	0.439	0.387	
3.0	1.004	0.901	0.818	0.735	0.669	0.621	0.533	0.488	
4.0	1.026	0.936	0.858	0.779	0.727	0.679	0.594	0.522	
5.0	1.038	0.956	0.888	0.810	0.761	0.719	0.646	0.572	
6.0	1.047	0.971	0.909	0.837	0.786	0.753	0.673	0.611	
7.0	1.055	0.982	0.926	0.859	0.809	0.774	0.708	0.639	
8.0	1.061	0.992	0.937	0.873	0.833	0.791	0.736	0.685	
9.0	1.065	0.999	0.947	0.889	0.852	0.809	0.750	0.721	
10.0	1.067	1.004	0.956	0.902	0.869	0.832	0.775	0.738	
11.0	1.069	1.009	0.964	0.913	0.883	0.841	0.791	0.757	
12.0	1.072	1.013	0.968	0.923	0.895	0.855	0.802	0.771	
13.0	1.073	1.016	0.976	0.931	0.903	0.863	0.816	0.783	
14.0	1.076	1.019	0.981	0.938	0.910	0.875	0.831	0.802	
15.0	1.077	1.022	0.983	0.944	0.916	0.886	0.842	0.816	
16.0	1.078	1.023	0.987	0.948	0.923	0.894	0.850	0.826	

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 108									
Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ D/μ - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : G A U S S									
Μέση τιμή μ = 1.0	Συντ/τής διασποράς σ/μ = 0.4				Συντ/τής αυτοσυσχέτισης ρ = 0.25				
K/σ	ρ = 20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1	
0.0	0.674	0.491	0.348	0.195	0.085	0.002	0.000	0.000	
1.0	0.876	0.743	0.629	0.500	0.420	0.399	0.324	0.281	
2.0	0.963	0.852	0.765	0.667	0.603	0.555	0.499	0.454	
3.0	1.005	0.912	0.834	0.750	0.695	0.651	0.587	0.561	
4.0	1.024	0.945	0.878	0.800	0.748	0.706	0.650	0.620	
5.0	1.039	0.968	0.906	0.834	0.789	0.750	0.701	0.659	
6.0	1.046	0.983	0.928	0.861	0.821	0.779	0.739	0.705	
7.0	1.052	0.993	0.944	0.886	0.843	0.808	0.769	0.733	
8.0	1.056	1.001	0.954	0.903	0.863	0.832	0.799	0.765	
9.0	1.060	1.005	0.964	0.915	0.880	0.855	0.823	0.802	
10.0	1.062	1.010	0.971	0.930	0.895	0.873	0.843	0.832	
11.0	1.065	1.012	0.976	0.937	0.910	0.885	0.866	0.848	
12.0	1.067	1.015	0.981	0.943	0.922	0.902	0.881	0.865	
13.0	1.068	1.018	0.984	0.949	0.933	0.913	0.896	0.881	
14.0	1.068	1.020	0.987	0.956	0.939	0.924	0.910	0.891	
15.0	1.069	1.022	0.990	0.961	0.944	0.933	0.919	0.904	
16.0	1.070	1.024	0.992	0.965	0.950	0.939	0.929	0.915	



Π Ι Ν Α Κ Α Σ 109

Α Π Ο Λ Η Ψ Ε Ι Σ  $D/\mu$  - Κ Α Τ Α Ν Ο Μ Η : Α Ρ Μ Α

Μέση τιμή $\mu = 1.0$	Συντ/τής διασποράς $\sigma/\mu = 0.4$				Συντ/τές αυτ/σης: $\rho_1=0.25$ $\rho_2=0.12$			
K/σ p =	20.0	10.0	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1
0.0	0.673	0.491	0.347	0.189	0.087	0.001	0.000	0.000
1.0	0.876	0.738	0.630	0.498	0.410	0.399	0.324	0.287
2.0	0.959	0.844	0.757	0.655	0.596	0.535	0.471	0.445
3.0	0.998	0.903	0.821	0.733	0.679	0.624	0.567	0.526
4.0	1.019	0.936	0.864	0.781	0.726	0.686	0.626	0.586
5.0	1.034	0.959	0.893	0.814	0.767	0.729	0.673	0.626
6.0	1.042	0.975	0.916	0.845	0.798	0.759	0.712	0.666
7.0	1.049	0.986	0.933	0.869	0.823	0.785	0.745	0.706
8.0	1.054	0.995	0.943	0.885	0.845	0.812	0.772	0.745
9.0	1.058	0.999	0.953	0.899	0.863	0.835	0.794	0.778
10.0	1.060	1.004	0.963	0.913	0.879	0.851	0.823	0.806
11.0	1.063	1.007	0.968	0.924	0.892	0.867	0.845	0.828
12.0	1.065	1.011	0.974	0.931	0.905	0.883	0.861	0.845
13.0	1.066	1.014	0.978	0.937	0.917	0.897	0.876	0.861
14.0	1.068	1.016	0.982	0.944	0.927	0.908	0.892	0.872
15.0	1.070	1.018	0.983	0.950	0.933	0.918	0.900	0.884
16.0	1.070	1.020	0.986	0.957	0.938	0.926	0.910	0.893

ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΟΥ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥΝ ΣΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ 64 ΕΩΣ 73

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ G A U S S ΑΠΟΛΗΨΗ $D/\mu = 0.780$ ΣΥΝ/ΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ $\sigma/\mu=0.5$			
	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ $K/\sigma$			
$\alpha$	$\rho=0.0$	$\rho=0.1$	$\rho=0.2$	$\rho=0.3$
80	0.69	0.72	0.75	0.77
90	1.38	1.48	1.61	1.74
95	1.92	2.12	2.47	2.78
98	2.78	3.18	3.67	4.38
99	3.48	3.93	4.67	5.57
99.5	3.96	4.67	5.54	6.62
99.8	4.48	5.35	6.29	7.50
99.9	4.80	5.66	6.65	8.05

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ G A M M A ΑΠΟΛΗΨΗ $D/\mu = 0.780$ ΣΥΝ/ΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ $\sigma/\mu=0.5$			
	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ $K/\sigma$			
$\alpha$	$\rho=0.0$	$\rho=0.1$	$\rho=0.2$	$\rho=0.3$
80	0.74	0.73	0.79	0.83
90	1.25	1.30	1.55	1.73
95	1.78	1.93	2.39	2.78
98	2.53	2.94	3.58	4.27
99	3.10	3.86	4.60	5.42
99.5	3.74	4.77	5.85	6.97
99.8	4.81	5.81	6.96	8.45
99.9	5.67	6.50	7.71	9.45

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ LOG-NORMAL ΑΠΟΛΗΨΗ $D/\mu = 0.780$ ΣΥΝ/ΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ $\sigma/\mu=0.5$			
	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ $K/\sigma$			
$\alpha$	$\rho=0.0$	$\rho=0.1$	$\rho=0.2$	$\rho=0.3$
80	0.67	0.71	0.75	0.78
90	0.98	1.11	1.27	1.46
95	1.51	1.68	1.87	2.18
98	2.09	2.34	2.75	3.23
99	2.71	2.84	3.44	4.03
99.5	3.33	3.40	4.06	4.76
99.8	4.12	3.81	4.54	5.50
99.9	4.68	4.20	5.15	6.22

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ G A M M A ΑΠΟΛΗΨΗ $D/\mu = 0.780$ ΣΥΝ/ΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ $\sigma/\mu=0.8$			
	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ $K/\sigma$			
$\alpha$	$\rho=0.0$	$\rho=0.1$	$\rho=0.2$	$\rho=0.3$
80	1.01	1.06	1.19	1.46
90	1.85	1.98	2.30	2.82
95	2.65	3.09	3.62	4.58
98	3.65	4.70	5.66	7.13
99	4.43	6.00	7.36	9.40
99.5	5.03	7.19	8.62	11.25
99.8	5.78	8.00	9.31	14.00
99.9	6.13	8.50	10.03	15.43

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ LOG-NORMAL ΑΠΟΛΗΨΗ $D/\mu = 0.780$ ΣΥΝ/ΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ $\sigma/\mu=0.8$			
	α	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ		
	$\rho=0.0$	$\rho=0.1$	$\rho=0.2$	$\rho=0.3$
80	0.92	0.98	1.11	1.31
90	1.55	1.97	1.98	2.41
95	2.20	2.53	2.91	3.57
98	3.28	3.49	4.10	5.12
99	4.24	4.26	5.04	6.09
99.5	5.00	5.07	6.04	7.14
99.8	5.71	6.04	7.27	8.55
99.9	6.12	6.44	7.64	9.25

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ Γ Α Μ Μ Α ΑΠΟΛΗΨΗ $D/\mu = 0.780$ ΣΥΝ/ΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ $\sigma/\mu=1.0$			
	α	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ		
	$\rho=0.0$	$\rho=0.1$	$\rho=0.2$	$\rho=0.3$
80	1.34	1.49	1.63	1.80
90	2.11	2.58	2.94	3.48
95	3.24	3.92	4.67	5.61
98	4.63	6.00	7.22	8.73
99	5.78	7.71	9.29	11.06
99.5	6.94	9.13	11.05	13.22
99.8	8.12	10.88	13.38	———
99.9	8.92	13.20	———	———

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ LOG-NORMAL ΑΠΟΛΗΨΗ $D/\mu = 0.780$ ΣΥΝ/ΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ $\sigma/\mu=1.0$			
	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ			
$\alpha$	$\rho=0.0$	$\rho=0.1$	$\rho=0.2$	$\rho=0.3$
80	0.98	1.22	1.41	1.64
90	1.78	2.03	2.49	2.93
95	2.62	2.96	3.64	4.47
98	3.91	4.20	5.19	6.26
99	5.03	5.00	6.13	7.41
99.5	5.86	5.89	7.11	8.81
99.8	6.45	6.96	8.44	10.11
99.9	6.92	7.82	8.90	10.69

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ G A U S S ΑΠΟΛΗΨΗ $D/\mu = 0.920$ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜ/ΡΑ $\alpha = 90\%$			
	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ			
$\sigma/\mu$	$\rho=0.0$	$\rho=0.1$	$\rho=0.2$	$\rho=0.3$
0.1	0.66	0.69	0.73	0.75
0.2	1.54	1.65	1.78	1.93
0.3	1.97	2.21	2.49	2.81
0.4	2.43	2.69	2.96	3.44
0.5	2.63	2.91	3.34	3.81

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ Γ Α Μ Μ Α ΑΠΟΛΗΨΗ $D/\mu = 0.920$ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜ/ΡΑ $\alpha = 90\%$			
	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ			
$\sigma/\mu$	$\rho=0.0$	$\rho=0.1$	$\rho=0.2$	$\rho=0.3$
0.1	0.63	0.67	0.70	0.75
0.2	1.53	1.71	1.85	1.96
0.3	2.05	2.22	2.55	2.88
0.4	2.42	2.74	3.44	3.63
0.5	2.90	3.16	3.91	4.71
0.6	3.35 (3.45)	3.55 (3.85)	4.20 (4.10)	4.89 (4.79)
0.7	3.76	3.89	4.57	5.33
0.8	— (3.82)	4.32	5.00 (4.92)	6.55
0.9	4.24	4.80 (4.67)	5.96	7.06
1.0	4.47	5.52	6.33	7.63

(Οι τιμές στις παρενθέσεις, είναι οι τιμές πριν την ομαλοποίηση των καμπυλών).

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ LOG-NORMAL ΑΠΟΛΗΨΗ $D/\mu = 0.920$ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜ/ΡΑ $\alpha = 90\%$			
	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ			
$\sigma/\mu$	$\rho=0.0$	$\rho=0.1$	$\rho=0.2$	$\rho=0.3$
0.1	0.63	0.66	0.69	0.73
0.2	1.45	1.58	1.72	1.90
0.3	1.91	2.18	2.50	2.83
0.4	2.41	2.75	3.15	3.68
0.5	2.80	3.23	3.73	4.41
0.6	3.09	3.72	4.27	5.14
0.7	3.45	4.11	4.82	5.70
0.8	3.71	4.50	5.27	6.25
0.9	3.95	4.83	5.67	6.76
1.0	4.23	5.12	6.00	7.21

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ G A U S S ΑΠΟΛΗΨΗ D/μ = 0.920 ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜ/ΡΑ α = 95%			
	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ	ρ=0.0	ρ=0.1	ρ=0.2
0.1	1.05	1.19	1.31	1.44
0.2	2.29	2.55	2.82	3.27
0.3	3.07	3.50	3.97	4.65
0.4	3.73	4.22	4.92	5.73
0.5	4.04	4.67	5.38	6.33

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ G A M M A ΑΠΟΛΗΨΗ D/μ = 0.920 ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜ/ΡΑ α = 95%			
	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ	ρ=0.0	ρ=0.1	ρ=0.2
0.1	1.00	1.12	1.19	1.34
0.2	2.10	2.61	2.94	3.32
0.3	3.08	3.56	4.14	4.86
0.4	3.66	4.46	5.39	6.19
0.5	4.31	5.18	6.23	7.13
0.6	5.10	—	7.06	8.43
0.7	5.82	6.58	7.76	9.48
0.8	6.25	7.27	8.57	10.93
0.9	6.65	7.94	9.53	11.91
1.0	7.35	9.00	10.64	12.78

(Οι τιμές στις παρενθέσεις, είναι οι τιμές πριν την ομαλοποίηση των καμπυλών).

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ LOG-NORMAL ΑΠΟΛΗΨΗ $D/\mu = 0.920$ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜ/ΡΑ $\alpha = 95\%$			
	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ	$\rho=0.0$	$\rho=0.1$	$\rho=0.2$
0.1	0.97	1.00	1.13	1.27
0.2	2.00	2.33	2.65	2.97
0.3	2.89	3.28	3.77	4.41
0.4	3.67	4.16	4.85	5.72
0.5	4.30	4.95	5.83	7.00
0.6	4.96	5.74	6.92	8.20
0.7	5.55	6.42	7.60	8.94
0.8	5.96	6.95	8.23	9.91
0.9	6.50	7.69	9.00	10.67
1.0	7.00	8.18	9.71	11.67

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ G A U S S ΑΠΟΛΗΨΗ $D/\mu = 0.920$ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜ/ΡΑ $\alpha = 99\%$			
	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ	$\rho=0.0$	$\rho=0.1$	$\rho=0.2$
0.1	2.07	2.38	2.67	3.00
0.2	4.00	4.74	5.60	6.77
0.3	5.71	6.69	7.93	9.50
0.4	6.94	8.27	9.64	11.43
0.5	7.73	9.00	10.67	12.78



ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ Γ Α Μ Μ Α ΑΠΟΛΗΨΗ $D/\mu = 0.920$ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜ/ΡΑ $\alpha = 99\%$			
	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ	$\rho=0.0$	$\rho=0.1$	$\rho=0.2$
0.1	1.86	2.18	2.59	2.95
0.2	3.82	4.94	5.78	7.11
0.3	5.63	7.18	8.64	10.22
0.4	7.22	9.00	11.75	12.56
0.5	8.43	11.00	14.00	_____
		(10.44)	(14.5)	
0.6	10.20	13.20	_____	_____
	(10.33)	(14.33)	(14.29)	
0.7	11.50	_____	16.00	_____
	(12.25)	(13.33)		
0.8	_____	15.00	_____	_____
	(10.70)			
0.9	13.56	_____	_____	_____
1.0	14.00	_____	_____	_____
	(13.82)			

(Οι τιμές στις παρενθέσεις, είναι οι τιμές πριν την ομαλοποίηση των καμπυλών).

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ LOG-NORMAL ΑΠΟΛΗΨΗ $D/\mu = 0.920$ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜ/ΡΑ $\alpha = 99\%$			
	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ	$\rho=0.0$	$\rho=0.1$	$\rho=0.2$
0.1	1.85	1.98	2.36	2.75
0.2	3.89	4.13	4.94	6.00
0.3	5.82	5.88	6.94	8.20
0.4	7.42	7.30	8.88	10.71
0.5	8.62	9.13	10.75	13.00
0.6	9.73	10.63	12.57	15.14
0.7	10.88	11.90	14.00	_____
0.8	11.80	13.22	15.50	_____
0.9	12.83	14.33	_____	_____
1.0	13.71	15.43	_____	_____

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ G A U S S ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜ/ΡΑ α = 90% ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ=4			
	ΑΠΟΛΗΨΕΙΣ D/μ			
σ/μ	ρ=0.0	ρ=0.1	ρ=0.2	ρ=0.3
0.1	0.995	0.922	0.988	0.985
0.2	0.998	0.983	0.977	0.969
0.3	0.983	0.974	0.965	0.953
0.4	0.979	0.967	0.955	0.940
0.5	0.977	0.964	0.947	0.928

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ G A M M A ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜ/ΡΑ α = 90% ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ=4			
	ΑΠΟΛΗΨΕΙΣ D/μ			
σ/μ	ρ=0.0	ρ=0.1	ρ=0.2	ρ=0.3
0.1	0.993	0.991	0.988	0.984
0.2	0.983	0.982	0.971	0.967
	(0.987)	(0.978)		
0.3	0.974	0.971	0.960	0.950
			(0.961)	
0.4	0.972	0.960	0.939	0.932
0.5	0.952	0.947	0.923	0.903
	(0.960)			
0.6	0.941	0.926	0.917	0.892
				(0.897)
0.7	0.930	0.921	0.901	0.873
		(0.925)	(0.903)	(0.877)
0.8	0.929	0.910	0.887	0.848
0.9	0.912	0.898	0.860	0.830
			(0.858)	
1.0	0.904	0.869	0.843)	0.811

(Οι τιμές στις παρενθέσεις, είναι οι τιμές πριν την ομαλοποίηση των καμπυλών).

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ LOG-NORMAL ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜ/ΡΑ α = 90% ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ=4			
	ΑΠΟΛΗΨΕΙΣ D/μ			
σ/μ	ρ=0.0	ρ=0.1	ρ=0.2	ρ=0.3
0.1	0.993	0.991	0.987	0.983
0.2	0.986	0.980	0.974	0.966
0.3	0.977	0.967	0.958	0.948
0.4	0.968	0.954	0.943	0.929
0.5	0.959	0.943	0.929	0.911
0.6	0.949	0.929	0.914	0.893
0.7	0.938	0.917	0.897	0.875
0.8	0.931	0.906	0.885	0.860
0.9	0.922	0.895	0.871	0.844
1.0	0.914	0.885	0.860	0.831

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ G A U S S ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜ/ΡΑ α = 95% ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ=4			
	ΑΠΟΛΗΨΕΙΣ D/μ			
σ/μ	ρ=0.0	ρ=0.1	ρ=0.2	ρ=0.3
0.1	0.983	0.978	0.973	0.968
0.2	0.965	0.956	0.947	0.936
0.3	0.947	0.935	0.921	0.905
0.4	0.930	0.915	0.897	0.875
0.5	0.919	0.900	0.876	0.850

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ		ΚΑΤΑΝΟΜΗ Γ Α Μ Μ Α ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜ/ΡΑ α = 95% ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ=4			
σ/μ	ΑΠΟΛΗΨΕΙΣ D/μ				
	ρ=0.0	ρ=0.1	ρ=0.2	ρ=0.3	
0.1	0.983	0.977	0.972	0.966	
0.2	0.965	0.952	0.942	0.933	
0.3	0.950 (0.943)	0.931	0.917	0.902	
0.4	0.930	0.909	0.889 (0.886)	0.870	
0.5	0.912	0.888	0.869 (0.861)	0.846 (0.836)	
0.6	0.889 (0.885)	0.870 (0.860)	0.845	0.816	
0.7	0.870	0.851	0.823	0.792	
0.8	0.852 (0.861)	0.833	0.810 (0.803)	0.755	
0.9	0.837	0.815	0.770 (0.769)	0.733	
1.0	0.821	0.785	0.749)	0.711	

(Οι τιμές στις παρενθέσεις, είναι οι τιμές πριν την ομαλοποίηση των καμπυλών).

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ		ΚΑΤΑΝΟΜΗ LOG-NORMAL ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΑΜ/ΡΑ α = 95% ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Κ/σ=4			
σ/μ	ΑΠΟΛΗΨΕΙΣ D/μ				
	ρ=0.0	ρ=0.1	ρ=0.2	ρ=0.3	
0.1	0.981	0.979	0.964	0.969	
0.2	0.963	0.958	0.949	0.940	
0.3	0.945	0.938	0.926	0.913	
0.4	0.929	0.917	0.903	0.887	
0.5	0.914	0.899	0.881	0.862	
0.6	0.897	0.883	0.862	0.839	
0.7	0.883	0.866	0.843	0.818	
0.8	0.870	0.852	0.826	0.798	
0.9	0.857	0.838	0.810	0.780	
1.0	0.847	0.826	0.796	0.764	

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δημ. Κουτσογιάννης - Ιωάννης Ναλμπάντης, 1989, Ερευνητικό έργο : "Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της ύδρευσης μείζονος περιοχής Αθηνών".
- Δημ. Κουτσογιάννης, 1988, "Μοντέλο επιμερισμού σημειακής βροχόπτωσης".
- Θεμ. Ξανθόπουλος, 1987, "Εισαγωγή στην Τεχνική Υδρολογία".
- Μαρία Μιμίκου, 1985, "Στοχαστική Υδρολογία".
- Μαρία Μιμίκου, 1987, "Τεχνολογία Συστημάτων Υδατικών Πόρων".
- N. T. Kottegoda, 1980, "Stochastic Water Resources Technology".
- "Guide to Hydrological Practices", 1983, Volume II, Chapter 7 - Applications to Water Management.
- Pegram, G.G.S, 1980. "On Reservoir Reliability". Journal of Hydrology, 47 269 - 296.
- W. Kirby, "Water Resources Division", U.S. Geological Survey, Washington, D.C. 20242. [Computer-Oriented Wilson Hilferty Transformation That Preserves the First three Moments and the Lower Bound of the Pearson Type 3 Distribution].
- Pleschkow, "Kurventafeln nach Pleschkow zur Ermittlung des erforderlichen Speicherinhalts fur Uberjahresausgleich".
- Jack R. Benjamin and C.Allin Cornell. Probability, Statistics and Decision for Civil Engineers.

```

{$M 16384,100000,655360}
(*)
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ προσομοίωσης ταμειυτηρα
      με τη μεθοδο των συνθετικων σειρων

*)
{$IFDEF c8087} {$N+} {$ENDIF} {πρώτη γραμμή}
program resimul;
uses crt, crtlib, stat, arrnd, rnd, getnum;
{$IFDEF c8087} type real = double; {$ENDIF} {στο interface μετά το uses}

const
  SimYears = 10000;
  numtarmax = 10;
  numboundsmax = 11;
type
  listptr = ^list;
  distrtype = (gauss, gamma, lnorm);
var
  i, j, k, num, l, m, kl           : integer;
  outflows                        : listptr;
  inflows                         : listptr;
  stock, target, capacity,x1,x2, tar : real;
  mmean, stdeviation, ro, pcstorage : real;
  distribution                    : distrtype;
  independent                    : boolean;
  targets : array[1..numtarmax] of real;
  pr      : real;
  prbounds : array[1..numboundsmax] of real;
(*-----*)

function draft(capacity,target : real ; inflow: real;
              var storage : real) : real;
(*-----*)
var
  inflowstorage : real;
  release , spill : real;
begin
  if ( inflow < 0.0) then inflow := 0.0 ;
  inflowstorage := storage + inflow;
  if (inflowstorage < target) then
    begin
      release := inflowstorage;
      spill := 0;
    end
  else
    begin
      release := target;
      if inflowstorage < capacity + target then spill := 0
      else spill := inflowstorage - capacity - target;
    end;
  storage := storage - release - spill + inflow;
  draft := release;
end;
(*-----*)

```

```

function NonExceedProb (var l : list; value : real) : real;
  var
    i      : integer;
    count  : integer;
  begin
    count := 0;
    for i := 1 to l.s do
      if l.r[i] < value then count := count + 1;
    NonExceedProb := count / (l.s + 1);
  end;
(*-----*)

```

```

function f (a, capacity : real; var l1, l2 : list ) : real;

(*-----*)
const
  eps = 1e-6;
begin
  {stock := trnd(capacity);}
  stock := random * capacity;
  l2.s := l1.s;
  for i := 1 to l1.s do
    l2.r[i] := draft(capacity, a, l1.r[i], stock);
  f := 100* nonexceedprob(l2, a-eps);
end;
(*-----*)

```

```

function fx(x : real) : real;

begin
  fx := f(x, capacity, inflows^, outflows^ ) - pr;
end;

(*-----*)

(*-----*)

```

```

function zbrent(x1, x2, tol : real) :real;

label 99;
const
  itmax = 100; eps = 3e-8;
var
  a, b ,c , d, e : real;
  min1, min2, min : real ;
  fa, fb, fc, p, q, r : real;
  s, toll ,xm : real;
  iter : integer;
begin
  a := x1;
  b := x2;
  fa := fx(a);
  fb := fx (b);
  if (fa*fb > 0.0) then begin
    writeln (' pause in routine zbreni');

```

```

writeln( ' root must be bracketed');
readln;
end;

fc := fb;
for iter := 1 to itmax do begin
  if (fb *fc > 0.0 ) then begin
    c := a;
    fc := fa;
    d := b-a;
    e := d;;
    end;
  if (abs (fc) < abs (fb)) then begin
    a:= b;
    b := c;
    c := a;
    fa := fb;
    fb := fc;
    fc := fa;
    end ;
  toll := 2.0 *eps * abs(b)+0.6 * tol;
  xm := 0.6*(c-b);
  if (( abs(xm) <= toll) or (fb = 0.0)) then begin
    zbrent := b;
    { write(iter:4,':3);}
    goto 99;
  end;
  if (abs(e) >= toll) and( abs(fa) > abs(fb)) then begin
    s := fb/fa;
    if (a = c) then begin
      p := 2.0 * xm* s;
      q := 1.0 *s end
    else begin
      q := fa/fc;
      e := fb/fc;
      p := s*( 2.0 *xm *q*(q-r) - (b-a)*(r-1));
      q := (q-1)*(r-1) *(s-1)
    end;
    if(p > 0.0) then q:=-q;
    p := abs(p);
    min1 := 3*xm*q-abs(toll*q);
    min2 := abs (e*q);
    if (min1 < min2) then min := min1 else min := min2;
    if (2*p < min) then begin
      a := d ; d := p/q end
    else begin
      d := xm; e := d end end
  else begin
    d := xm; e := d end ;
  a := b ; fa := fb;
  if (abs(d) > toll) then begin
    b := b + d end
  else begin
    if (xm > 0) then begin

```



```

        b := b + abs (toll) end end;
        fb := fx(b) end;
        write (' pause in routine zbrent');
        writeln(' maximum number of iterations exceeded');readln;
        zbrent := b;

99 :
end;

procedure WriteResults (var w : text);
const
    NumPoints = 4;
var
    i : integer;
    temp : real;
begin
    writeln (w, ' ro = ', ro:5:1, ' stdeviation = ', stdeviation:5:1);
    for i := 1 to NumPoints do
        begin
            end;
        end;
end;

const
    NumCap = 17;
    numbounds = 17;
    capacities : array [1..NumCap] of real = (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
        8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16);

    numprob = 8;
    prs : array[1..numprob] of real = ( 20, 10, 5, 2, 1, 0.5, 0.2, 0.1);
    tol = 1e-3;
    tarbounds : array[1..numbounds] of real = (1.10, 1.08, 1.06, 1.04, 1.0
        0.98, 0.96, 0.94, 0.92, 0.90, 0.86, 0.82, 0.75, 0.6, 0.2,

begin
SetRandSeed (10);
new (inflows);
new (outflows);
inflows^.s := SimYears;
outflows^.s := SimYears;
mmean :=1.0;
writeln(crtout, 'select the distribution function (1=gauss,2=gamma,3=lno
num := getintlh(1,3);
case num of
    1 : distribution := gauss;
    2 : distribution := gamma;
    3 : distribution := lnorm;
end;
writeln(' distribution = ',ord(distribution));
writeln(crtout,' distribution = ', ord(distribution));
writeln(crtout, ' give stdeviation, ro ');
stdeviation := GetRe; Ro := GetReLH (0, 1);
independent := abs(ro) < 1e-5;

```

```

if independent then
  case distribution of
    gauss : for i := 1 to SimYears do
      begin
        inflows^.r[i] :=nrnd(mmean, stdeviation);
        displayint(i,1);
      end;
    gamma : for i := 1 to SimYears do
      begin
        inflows^.r[i] := grnd(sqr(mmean/stdeviation), mmean/sqr(s
        displayint(i,1);
      end;
    lnorm : for i := 1 to SimYears do
      begin
        inflows^.r[i] :=lnrnd(mmean, stdeviation);
        displayint(i,1);
      end;
  end

else
  case distribution of
    gauss : for i := 1 to SimYears do
      begin
        inflows^.r[i] :=arlnrnd(mmean, stdeviation, ro, (i=1));
        displayint(i,1);
      end;
    gamma : for i := 1 to SimYears do
      begin
        inflows^.r[i] :=arigrnd(mmean, stdeviation, ro, (i=1));
        displayint(i,1);
      end;
    lnorm : for i := 1 to SimYears do
      begin
        inflows^.r[i] :=arllnrnd(mmean, stdeviation, ro, (i=1));
        displayint(i,1);
      end;
  end;

writeln (crtout);
  (*-----*)
writeln ('μ = ', mean (inflows^):10:5,
        ' σ = ', sqrt(variance(inflows^)):10:5,
        ' ρ = ', autocorrelation (1, inflows^):10:5,
        ' γ = ', skewness (inflows^):10:5);
writeln (crtout, 'μ = ', mean (inflows^):10:5,
        ' σ = ', sqrt(variance(inflows^)):10:5,
        ' ρ = ', autocorrelation (1, inflows^):10:5,
        ' γ = ', skewness (inflows^):10:5);
WriteResults (output);
WriteResults (crtout);
writeln;
write( ' V/s ', ' p = ');
writeln(crtout);
write(crtout, ' V/s ', ' p = ');

```

```

for kl := 1 to numprob do
  begin
    write(prs[kl]:6:1);
    write(crtout, prs[kl]:6:1);
    end;
writeln;
writeln(crtout);
for j := 1 to NumCap do
  begin
    capacity := capacities[j]*stdeviation;

    for m := 1 to numbounds do
      prbounds[m] := f ( tarbounds[m],capacity,inflows^, outflows^);
    for k := 1 to numprob do
      begin
        pr := prs[k];
        if ( pr < prbounds[1]) then
          begin
            for l := 2 to numbounds do
              begin
                if (( pr > prbounds[l]) and ( pr < prbounds[l-1])) then
                  begin
                    x1 := tarbounds[l-1];
                    x2 := tarbounds[l];
                    {
                      writeln( pr, x1, x2);}
                  end;
                end;
            targets[k] := zbrent ( x1, x2, tol);
            end
          else
            targets[k] := -0.99;

          end;

        { WrieResults (crtout);}
        write(capacity/stdeviation:6:1,':5);
        write(crtout, capacity/stdeviation:6:1,':5);
        for kl := 1 to numprob do
          begin
            write(targets[kl]:6:3);
            write(crtout, targets[kl]:6:3);
            end;
          writeln(crtout);
          writeln;
          end;
        end.

{MANUAL}
begin
new (inflows);
new (outflows);
inflows^.s := SimYears;
outflows^.s := SimYears;

```

```

writeln(crtout, ' give mean, stdeviation, ro ');
mmean := GetRe; stdeviation := GetRe; Ro := GetReLH (0, 1);
for i := 1 to SimYears do
  inflows^.r[i] := ar1lnrnd(mmean, stdeviation, ro, (i=1));
  (*-----*)
writeln (mean (inflows^), sqrt(variance(inflows^)),
        autocorrelation (1, inflows^), skewness (inflows^));
repeat
  writeln (crtout, 'give capacity and target (< 0 = end)');
  capacity := GetRe; Target := GetRe;
  if (capacity > 0) and (target > 0) then
    begin
      stock := random * capacity;
      for i := 1 to SimYears do
        outflows^.r[i] := draft(capacity, target, inflows^.r[i], stock);
      WriteResults (crtout);
      WriteResults (output);
    end;
  until (capacity < 0) or (target < 0) ;
end.

```