

# ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

## ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ <sup>1</sup>

Θ. Ξανθόπουλος, Δ. Χριστούλας, Μ. Μιμίκου, Μ. Αφτιάς και Δ. Κουτσογιάννης

Τομέας Υδατικών Πόρων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

### 1. Εισαγωγή

Η λειψυδρία των τελευταίων ετών και η κρίση των συστημάτων ύδρευσης επικέντρωσε το ενδιαφέρον των αρμόδιων φορέων στην εξασφάλιση υδατικών αποθεμάτων, με αποτέλεσμα την υποτίμηση της σημασίας της αντιπλημμυρικής προστασίας, ιδιαίτερα των αστικών κέντρων, αλλά και των εξωαστικών περιοχών.

Στη χώρα μας αποτελεί γενική συνείδηση η απειλή των σεισμών. Παρά τις εντυπώσεις, οι πλημμύρες των τελευταίων 35 ετών στην Αθήνα έχουν προκαλέσει πολύ περισσότερα θύματα σε ανθρώπινες ζωές (οι συγκρίσεις σε ότι αφορά καταστροφή περιουσιών και υποδομών δεν είναι δυνατές λόγω απουσίας στατιστικών στοιχείων) από ότι οι σεισμοί στο ίδιο διάστημα.

Χαρακτηριστικά στις πλημμύρες:

- στις 5 - 6 Νοεμβρίου 1961 είχαμε πάνω από 40 νεκρούς
- στις 2 Νοεμβρίου 1977 36 νεκρούς
- στις 21 - 22 Οκτωβρίου 1994 9 νεκρούς

Και όμως η κινητοποίηση της πολιτείας στο θέμα της αντιπλημμυρικής προστασίας, εμφανώς είναι υποδεέστερη από ότι για τους σεισμούς. Να σημειωθεί ότι και σε διεθνή ακόμα κλίμακα, τα επεισόδια πλημμύρας υπερακοντίζουν σε ανθρώπινα θύματα και υλικές ζημιές τους σεισμούς.

Οι περσινές πλημμύρες στα νοτιοανατολικά προάστια της Αθήνας και μάλιστα με βροχοπτώσεις όχι ιδιαίτερα μεγάλης έντασης<sup>2</sup> και οι τεράστιες υλικές ζημιές που προκάλεσαν, έδειξαν καθαρά ότι η αντιπλημμυρική προστασία του λεκανοπεδίου της Αθήνας είναι σχεδόν ανύπαρκτη. Επιπλέον οι φετινές πρόσφατες πλημμύρες και οι μεγάλες καταστροφές που προκάλεσαν, επαναφέρουν το πρόβλημα με σαφή και επιτακτικό τρόπο.

Θεωρώντας ότι η συμβολή μας σε προβλήματα όπως αυτό της αντιπλημμυρικής θωράκισης, αποτελεί κοινωνική ευθύνη, υποβάλλουμε αυτό το κείμενο ανάλυσης και προτάσεων στο

---

<sup>1</sup> Συντάχτηκε στις 16 Νοεμβρίου 1994 με αφορμή την πλημμύρα του Οκτωβρίου 1994.

<sup>2</sup> Όπως αποδείχθηκε από μετρήσεις του Τομέα Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ.

ΥΠΕΧΩΔΕ και είμαστε έτοιμοι να συμβάλλουμε στην ορθολογιστική αντιμετώπιση του προβλήματος, σύμφωνα με τη σύγχρονη τεχνογνωσία και εμπειρία.

## 2. Το πρόβλημα της Αθήνας

Όπως έμπρακτα αποδείχθηκε, η μητροπολιτική περιοχή της Αθήνας παρουσιάζει υψηλότατο δείκτη διακινδύνευσης έναντι πλημμυρών.

Η κατάσταση αυτή διαμορφώθηκε διαχρονικά με κύρια αίτια - χαρακτηριστικά τα εξής:

- Η αστικοποίηση σε συνθήκες τοπικά πυκνής δόμησης και ο δραστικός περιορισμός των χώρων πρασίνου επέδρασε ιδιαίτερα αρνητικά στα χαρακτηριστικά μεγέθη των πλημμυρών. Ο χρόνος συρροής σε μία αστική λεκάνη είναι μικρότερος όταν αυτή είναι πυκνά δομημένη, οδηγώντας σε υψηλότερες αιχμές. Και ο μέσος συντελεστής απορροής παρουσιάζεται αυξημένος<sup>3</sup>, με αποτέλεσμα οι αιχμές της πλημμύρας να είναι πολύ πιο έντονες, για ένταση βροχής με δεδομένη περίοδο επαναφοράς. Έτσι, η αύξηση του ποσοστού του όγκου του νερού της βροχής που απορρέει είναι πολύ μεγάλη.
- Στη διάρκεια των δεκαετιών που προηγήθηκαν, το υδρογραφικό δίκτυο της πρωτεύουσας ψαλιδίστηκε με την κατάργηση πολλών ρευμάτων της φυσικής λεκάνης. Στη θέση τους κατασκευάστηκαν οδικοί άξονες και κτίσματα.
- Οι κοίτες των ρευμάτων που διαμορφώθηκαν ιστορικά με χαρακτήρα εξωαστικής λεκάνης, ήδη σήμερα θα ήταν ανεπαρκείς λόγω της αυξημένης απορροής, τα αίτια της οποίας έχουν αναφερθεί παραπάνω. Το πρόβλημα επιτείνεται λόγω της διευθέτησης και της μείωσης της διατομής φυσικών υδατορευμάτων κατά την οριζόντια και την κατακόρυφη διάστασή τους. Είναι προφανές ότι η προκαλούμενη μείωση της παροχρητευτικότητας των ρευμάτων και η ταυτόχρονη αύξηση της απορροής συνιστά σοβαρότατο κίνδυνο. Αν μέχρι σήμερα δεν έχουν υπάρξει τεράστιες υλικές καταστροφές και μεγάλος αριθμός ανθρώπινων θυμάτων, οφείλεται κυρίως στην επιφανειακή απορροή και ανακουφιστική κατακράτηση σημαντικού όγκου των ομβρίων υδάτων κατά μήκος των δρόμων, έτσι ώστε να μην καταλήγουν ή να καθυστερούν να φθάσουν στις ανεπαρκείς κοίτες των υδατορευμάτων. Η πολιτική κάλυψης των ρευμάτων έρχεται σε αντίθεση και με τις σύγχρονες τάσεις πολεοδομικής ανάπτυξης, σύμφωνα με τις οποίες πρέπει να επιδιώκεται όχι το μπάζωμα και η κάλυψη, αλλά η ανάδειξη υδατορευμάτων που λειτουργούν ως αντιπλημμυρικά έργα αλλά και ως τόποι κοινωνικής δραστηριότητας.

---

<sup>3</sup>Η τιμή του μέσου συντελεστή απορροής κυμαίνεται από 0,25 έως 0,30 για εξωαστικές λεκάνες και από 0,90 έως 0,95 για πυκνά δομημένες αστικές λεκάνες.

- Το δίκτυο ομβρίων της πρωτεύουσας δεν αποτέλεσε ποτέ προτεραιότητα, ενώ τα επιμέρους τμήματα του κατασκευάστηκαν έτσι ώστε να εξυπηρετούν τοπικές ανάγκες, χωρίς συνολική στρατηγική και γι' αυτό ούτε προοπτική να συνεργαστούν μεταξύ τους. Δεν έχουν διατεθεί τα απαραίτητα κονδύλια για την ολοκλήρωση του πρωτεύοντος δικτύου ομβρίων της Αθήνας και πολύ περισσότερο για την κατασκευή τριτεύοντος δικτύου, που είναι ουσιαστικά ανύπαρκτο. Δεν μπορεί ασφαλώς να υποτιμηθεί από τη γενικότερη άποψη ποιότητας ζωής στην πόλη και το γεγονός ότι από την απουσία τριτεύοντος δικτύου, η κίνηση οχημάτων και προπαντός πεζών, μετά από συνηθισμένη βροχόπτωση είναι προβληματική προσφέροντας εικόνες πράγματι τριτοκοσμικές. Αξιοπρόσεκτο ιστορικά είναι το γεγονός ότι το παλιό κέντρο της πόλης που είχε εξοπλιστεί από τον προηγούμενο αιώνα με παντοροϊκό σύστημα, παρουσιάζει μικρότερα προβλήματα από προάστια που αναπτύχθηκαν τις τελευταίες δεκαετίες: Ο Χολαργός και η Αγία Παρασκευή πάσχουν περισσότερο απ' ότι οι περιοχές της Πλάκας και του Ψυρρή.
- Και αν ακόμη υποτεθεί ότι όλο το λεκανοπέδιο διέθετε δίκτυο με επάρκεια παροχευτικότητας, παραμένει το πρόβλημα της συντήρησης και της παρακολούθησης του εν λειτουργία. Είναι γνωστό ότι η συντήρηση και ο καθαρισμός, ακόμα και των λίγων συγκριτικά φρεατίων που υπάρχουν, αποτελεί άλυτο πρόβλημα μέχρι σήμερα. Θεωρητικά είναι υπεύθυνη η ΕΥΔΑΠ, η οποία όμως έμπρακτα αδυνατεί να παρεμβαίνει και να καθαρίζει φρεάτια που διαρκώς γεμίζουν με φερτά από την κατασκευή οικοδομών, σκουπίδια, φύλλα, σακούλες, κτλ. που με τη σειρά τους και οι Υπηρεσίες καθαριότητας των Δήμων του λεκανοπεδίου έμπρακτα αποδεικνύονται ανεπαρκείς να ελέγχουν.
- Η επέκταση της πόλης προς τις παρυφές των βουνών που την περιβάλλουν, χωρίς την ύπαρξη στοιχειώδους προγραμματισμού, δεν επέτρεψε τη διαχείριση των περιστατικών υδατορευμάτων.
- Τα κριτήρια σχεδιασμού των αντιπλημμυρικών έργων χρειάζονται εκσυγχρονισμό, σύμφωνα με τα σημερινά πορίσματα της Υδρολογίας. Οι εμπειρικές μέθοδοι (Giandotti, μέθοδος  $Q = c i A$ , κτλ.) με βάση τις οποίες έχουν διαστασιολογηθεί τα περισσότερα από τα υφιστάμενα αντιπλημμυρικά έργα της Αθήνας, πρέπει να αντικατασταθούν από μεθόδους σύμφωνες με τις τελευταίες επιστημονικές εξελίξεις. Επαναθεώρηση απαιτείται επίσης στις παραδοχές διαστημάτων επαναφοράς σχεδιασμού των έργων. Η κλιμάκωση 5 - 10 -50 για τριτεύον, δευτερεύον και πρωτεύον δίκτυο αντίστοιχα, αποτελεί χονδροειδή αναχρονισμό, έμπρακτα ανεπαρκή, αφού σύμφωνα με σύγχρονες απαιτήσεις, τα επίπεδα διακινδύνευσης, κατά περίπτωση, πρέπει να υπολογίζονται ανάλογα και με τη σημασία του έργου, μετά από λεπτομερείς αναλύσεις της σχέσης κόστους - ζημίας. Και στην περίπτωση όμως ακόμη επανυπολογισμού των αντιπλημμυρικών έργων, με σύγχρονα κριτήρια

σχεδιασμού, παραμένει σοβαρότατο το κενό από την έλλειψη μέτρησης πραγματικών παροχών σε καίρια σημεία των διευθετημένων ρευμάτων και συλλεκτήρων. Επισημαίνεται ότι μέχρι σήμερα δεν έχει πραγματοποιηθεί καμία μέτρηση παροχής κατά μήκος του Κηφισού και όλοι οι υπολογισμοί για τη διευθέτηση και κάλυψη του ποταμού αυτού, που τελικά επιλέχθηκε να αποτελεί τον κύριο κορμό του συστήματος συλλογής των ομβρίων στο λεκανοπέδιο, βασίστηκε αποκλειστικά σε θεωρητικές παραδοχές.

- Σε αντίθεση με όλες τις άλλες πρωτεύουσες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η Αθήνα δεν διαθέτει πειραματική λεκάνη παρακολούθησης της σχέσης βροχής - απορροής σε αστικό περιβάλλον, ώστε να προκύψουν μετρήσεις πραγματικών μεγεθών απορροής και να ρυθμιστούν μοντέλα χρήσιμα για το σχεδιασμό έργων. Είναι χαρακτηριστικό ότι μόλις λίγες μέρες πριν από τα τελευταία γεγονότα πλημμύρας, εγκρίθηκε από την ΕΥΔΑΠ η δαπάνη 14.000.000 δρχ. για την ανάληψη από τον ΤΥΠΥΘΕ του ΕΜΠ, ερευνητικού προγράμματος εξοπλισμού μικρής πειραματικής αστικής λεκάνης στην περιοχή της Αργυρούπολης. Επιπλέον δεν έχει εγκατασταθεί, όπως θα έπρεπε, με την απαιτούμενη πυκνότητα, δίκτυο βροχομετρίας, που είναι απαραίτητο, καθώς η χωρική κατανομή των βροχών σε μια αστική λεκάνη σημαντικής έκτασης δεν είναι ομοιόμορφη. Ας σημειωθεί εξάλλου ότι η ΕΜΥ διαθέτει από ετών, μετεωρολογικό ραντάρ στον Υμηττό, που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί (η σχετική εμπειρία υφίσταται ήδη στο ΕΜΠ) και για τη μέτρηση της χωρικής κατανομής των καταγίδων πάνω από τη μητροπολιτική περιοχή και όμως παραμένει ανενεργό και αναξιοποίητο.
- Τέλος, σημαντικό πρόβλημα αποτελεί και η διοικητική σύγχυση που επικρατεί στον τομέα της αντιπλημμυρικής προστασίας, καθώς είναι συγχρόνως υπεύθυνοι γι' αυτόν η ΕΥΔΑΠ, το ΥΠΕΧΩΔΕ και οι Δημοτικές Αρχές, χωρίς πάντοτε σαφή διαχωρισμό αρμοδιοτήτων.

Συμπερασματικά, η έντονη αστικοποίηση, η κατάργηση σημαντικού μέρους του φυσικού υδρογραφικού δικτύου και ο περιορισμός της δυναμικότητας των φυσικών ρευμάτων που έμειναν, με την κάλυψη και τον εγκιβωτισμό τους, εκ του ασφαλούς δημιούργησαν διαχρονικά τις προϋποθέσεις έκθεσης της πόλης σε υψηλή διακινδύνευση έναντι των πλημμυρών, ακόμα και μετά από συνήθη επεισόδια βροχής. Εάν δεν παρενέβαινε, λόγω απουσίας τριτεύοντος δικτύου, η επιφανειακή ανάσχεση σημαντικού μέρους του όγκου απορροής στους δρόμους της πόλης, η φόρτιση των καλυμμένων συλλεκτήρων θα υπερέβαινε τις δυνατότητες τους, με πολλαπλασιασμό των καταστροφών και των θυμάτων.

### **3. Τα πρόσφατα γεγονότα πλημμύρας**

Η ισχυρή βροχόπτωση που προκάλεσε την πλημμύρα στην Αθήνα στις 21 - 22 Οκτωβρίου 1994 έχει καταγραφεί σε διάφορους βροχογραφικούς σταθμούς της περιοχής. Στο Σχήμα 1 δίνουμε την καταγραφή που έγινε στον Αυτόματο Μετεωρολογικό Σταθμό του

ΕΜΠ/ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ στου Ζωγράφου, ο οποίος δίνει μετρήσεις ανά δεκάλεπτο. Το μέγιστο ύψος βροχής που καταγράφηκε σε διάστημα 10 λεπτών είναι 17.5 mm και σε διάστημα μιας ώρας είναι 67.7 mm. Τα αντίστοιχα μεγέθη στο σταθμό της ΕΜΥ στη Νέα Φιλαδέλφεια (που βρίσκεται πιο κοντά στην περιοχή που επλήγη περισσότερο από την πλημμύρα) είναι 26.0 mm για δεκάλεπτη διάρκεια και 42.7 mm για ωριαία διάρκεια. Αναμφίβολα πρόκειται για ένα εξαιρετικά ισχυρό υδρομετεωρολογικό φαινόμενο, τόσο σε γεωγραφική έκταση, όσο και σε ένταση. Συγκρίνοντας με το αντίστοιχο περυσινό επεισόδιο στις 20/11/1993 (καταγραφές του Αυτόματου Μετεωρολογικού Σταθμού του ΕΜΠ και του σταθμού της ΕΜΥ στο Ελληνικό) που προκάλεσε τις μεγάλες καταστροφές στα νότια προάστια της Αθήνας, βλέπουμε πως έχει υπερδιπλάσια ένταση. Είναι επίσης πολύ μεγαλύτερο σε ένταση από το επεισόδιο της 31/5/1994 (βλέπε Σχήμα 2).

#### 4. Στρατηγική

Εστω και υπό τις συνθήκες αυτές, αλλά ακριβώς εξαιτίας και της υψηλής διακινδύνευσης που διαπιστώνεται, η ανάγκη διατύπωσης συνολικής αντιπλημμυρικής στρατηγικής για το λεκανοπέδιο της Αθήνας παρουσιάζεται εύλογα επιτακτική. Η στρατηγική αυτή οφείλει να εξασφαλίζει:

- την συνολική κάλυψη της περιοχής του λεκανοπεδίου,
- τον εντοπισμό και την απογραφή των προβλημάτων απορροής,
- τη συνεργασία με το γενικότερο πολεοδομικό σχεδιασμό, ώστε να επιτυγχάνεται η ανάδειξη των φυσικών ρευμάτων, όπου υπάρχει ακόμα τέτοια δυνατότητα, με παράλληλη πολεοδομική αξιοποίηση συνδυασμένων έργων ανάσχεσης,
- τη στήριξη των έργων και ενεργειών αποκατάστασης των ζημιών σε αξιόπιστες μετρήσεις έντασης βροχής και παροχής, κατανεμημένες σε δίκτυο,
- τη χρησιμοποίηση σύγχρονων υπολογιστικών εργαλείων προσομοίωσης της πλημμυρικής απορροής,

έτσι ώστε στη βάση των παραπάνω να είναι δυνατή η υλοποίηση και σύνθεση:

- χάρτη με ζώνες πλημμυρικής επικινδυνότητας για διάφορες συχνότητες και διάρκειες έντονων βροχοπτώσεων,
- σχεδιασμού συλλεκτών και έργων ανάσχεσης,
- συνολικού προγράμματος ιεράρχησης έργων,
- παρακολούθησης και πρόβλεψης των επεισοδίων βροχής σε πραγματικό χρόνο,
- προειδοποίησης έναντι κινδύνου πλημμύρας και κατάρτισης σχεδίων έκτακτης ανάγκης.

## 5. Προτάσεις

Η παραπάνω στρατηγική εξειδικεύεται στις ακόλουθες τέσσερις προτάσεις εφαρμογής ειδικών προγραμμάτων για τη συνολική αντιμετώπιση της αντιπλημμυρικής προστασίας του λεκανοπεδίου Αθήνας:

### Πρόγραμμα 1

- Εγκατάσταση αυτοματοποιημένου δικτύου παρακολούθησης των παραμέτρων βροχής - απορροής στο λεκανοπέδιο, κατάλληλα σχεδιασμένου για την αντιπλημμυρική προστασία.
- Ανάπτυξη λογισμικού συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων.
- Δημιουργία πειραματικών λεκανών.
- Προσομοίωση του μετασχηματισμού της βροχής σε πλημμυρική απορροή και εξαγωγή συμπερασμάτων.

### Πρόγραμμα 2

- Εντοπική ανάλυση πλημμυρών και περιβαλλουσών τους για κλιμακούμενη συχνότητα εμφάνισης.
- Κατάρτιση χάρτη με ζώνες επικινδυνότητας έναντι πλημμυρών.
- Χάραξη καμπυλών ίσου κινδύνου.
- Καταγραφή των προβληματικών περιοχών και της παθολογίας του υφισταμένου συστήματος απορροής ομβρίων.

### Πρόγραμμα 3

- Με βάση τα συμπεράσματα της προηγούμενης έρευνας, γενική ιεράρχηση μελετών και έργων.
- Σύνθεση και υποβολή προτάσεων συγκεκριμένων έργων ανάσχεσης και παρέμβασης σε κρίσιμα σημεία του υφισταμένου συστήματος.

### Πρόγραμμα 4

- Ανάπτυξη συστήματος πρόβλεψης και παρακολούθησης ισχυρών καταιγίδων και πλημμυρών στο λεκανοπέδιο σε πραγματικό χρόνο, με χρήση μετεωρολογικών radar και δικτύου επίγειων σταθμών.
- Ανάπτυξη συστήματος προειδοποίησης έναντι πλημμυρικού κινδύνου και κατάρτιση σχεδίων έκτακτης ανάγκης.

## 6. Διατιθέμενη εμπειρία

Η εμπειρία που διατίθεται στα θέματα αντιπλημμυρικής προστασίας είναι σημαντική και προέρχεται τόσο από πρακτικές τεχνικές εφαρμογές, όσο και από ερευνητικά προγράμματα στον ελληνικό και ευρωπαϊκό χώρο. Ειδικότερα, αναφέρονται τα ακόλουθα ερευνητικά προγράμματα που έχουν σχέση με το αντικείμενο:

- Weather radar and storm and flood hazards. εκπονήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος EPOC και χρηματοδοτήθηκε από την Ε.Ε. (DG XII). Επιστημονικός Υπεύθυνος Μ. Μιμίκου.
- Μελέτη υδρομετρικού συστήματος εξωτερικού δικτύου ΕΥΔΑΠ. χρηματοδοτήθηκε από την ΕΥΔΑΠ. Επιστημονικός υπεύθυνος: Θ. Ξανθόπουλος.
- A comprehensive flood forecasting system for flood risk mitigation and control - Σύστημα πρόγνωσης πλημμυρών με έλεγχο και μείωση των κινδύνων πλημμύρας (AFORISM). εκπονήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος EPOCH και χρηματοδοτήθηκε από την Ε.Ε. (DG XII). Επιστημονικός υπεύθυνος Θ. Ξανθόπουλος.
- Δημιουργία εθνικής τράπεζας υδρολογικής και μετεωρολογικής πληροφορίας (ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ). εκπονήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος STRIDE ΕΛΛΑΣ και χρηματοδοτήθηκε από την Ε.Ε. και την Ελληνική Κυβέρνηση. Επιστημονικός υπεύθυνος Δ. Κουτσογιάννης.
- Storms, floods and radar hydrology. εκπονείται στα πλαίσια του προγράμματος ENVIRONMENT και χρηματοδοτείται από την Ε.Ε. (DG XII). Επιστημονικός Υπεύθυνος Μ. Μιμίκου.
- Impact of climate change on hydrological regimes and water resources in the European Communities (με ειδικό αντικείμενο τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις πλημμύρες και τα αντιπλημμυρικά έργα). εκπονείται στα πλαίσια του προγράμματος ENVIRONMENT και χρηματοδοτείται από την Ε.Ε. (DG XII). Επιστημονικός Υπεύθυνος Μ. Μιμίκου.
- Προσαρμογή και χρήση στον ελληνικό χώρο του μαθηματικού μοντέλου Hydroworks για την προσομοίωση αστικών δικτύων ομβρίων. εκπονείται στα πλαίσια του προγράμματος SPRINT και χρηματοδοτείται από την Ε.Ε. (DG XIII). Επιστημονικός Υπεύθυνος Μ. Αφτιάς.
- Υδραυλική ανάλυση για την αναβάθμιση του αποχετευτικού δικτύου της Αθήνας - πιλοτική λεκάνη. εκπονείται παράλληλα με το προηγούμενο και χρηματοδοτείται από την ΕΥΔΑΠ. Επιστημονικός Υπεύθυνος Μ. Αφτιάς.