

12 Οδηγίες εφαρμογής όμβριων καμπυλών

12.1 Εκτίμηση παραμέτρων σε επίπεδο λεκάνης απορροής

Για την εκτίμηση της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε επίπεδο λεκάνης απορροής, με βάση τις γενικευμένες όμβριες καμπύλες που παραδίδονται σε ψηφιακή μορφή (πολυγωνικό shapefile), προτείνεται η εξής διαδικασία, η οποία μπορεί να υλοποιηθεί σε περιβάλλον Συστήματος Γεωγραφικής Πληροφορίας:

1. Χρησιμοποιείται το πολύγωνο της λεκάνης απορροής ενδιαφέροντος για να επιλεγούν με χωρική επεξεργασία (clip) τα πολύγωνα του κανάβου που βρίσκονται εντός των ορίων της (βλ. Σχ. 12-1).
2. Εκτιμάται το ποσοστό της έκτασης κάθε πολυγώνου στη λεκάνη απορροής.
3. Η τιμή της κάθε παραμέτρου εκτιμάται ως σταθμισμένος μέσος όρος των τιμών των πολυγώνων, με βάρος ίσο με το ποσοστό της έκτασης κάθε πολυγώνου στη λεκάνη (όπως εφαρμόζεται και στη μέθοδο των πολυγώνων Thiessen).
4. Εκτιμάται η μέση σημειακή βροχόπτωση σχεδιασμού για τη λεκάνη εφαρμόζοντας την εξίσωση των όμβριων καμπυλών, για ένταση βροχής x (mm/h), χρονική κλίμακα αναφοράς k (h), και περίοδο επαναφοράς T (έτη):

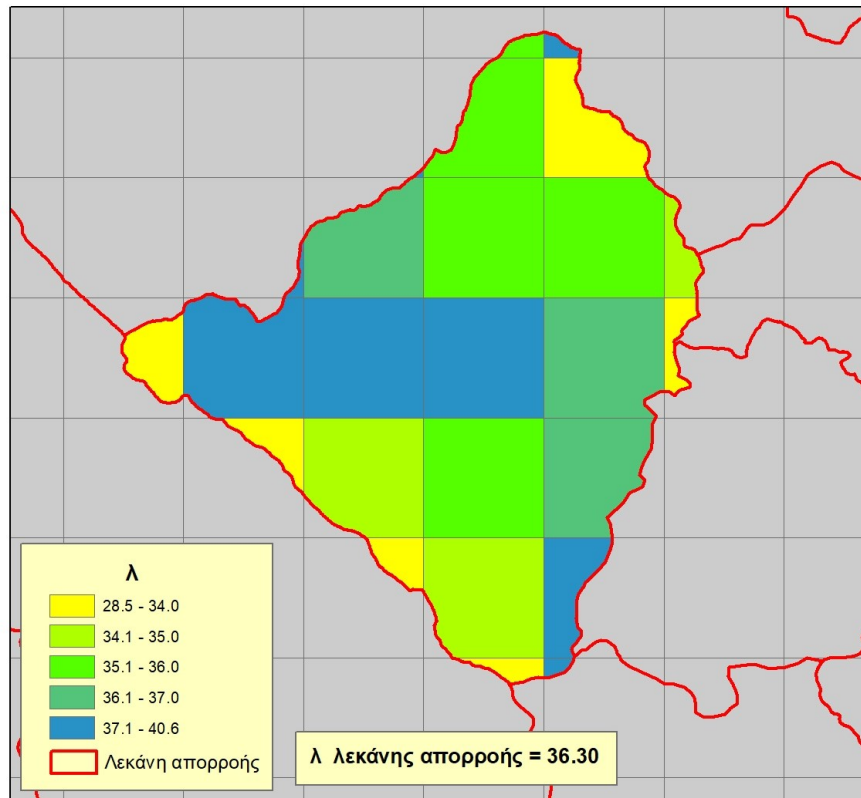
$$x = \lambda_* \frac{(T/\beta_*)^\xi - 1}{(1 + k/\alpha)^{\eta_*}} \quad (2.9)$$

με τις ενιαίες παραμέτρους $\alpha = 0.18$ h και $\xi = 0.18$, και τις γεωγραφικά μεταβαλλόμενες παραμέτρους $\lambda_*, \beta_*, \eta_*$ όπως προέκυψαν από το βήμα 3.

5. Οι σημειακές εντάσεις βροχής που προκύπτουν από το βήμα 4 ανάγονται σε επιφανειακές εντάσεις βροχής με πολλαπλασιασμό επί τον συντελεστή επιφανειακής αναγωγής φ (βλ. Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999):

$$\varphi = \max \left\{ 1 - \frac{0.048A^{0.36-0.01\ln A}}{k^{0.35}}, 0.25 \right\} \quad (12.1)$$

όπου A η έκταση της λεκάνης απορροής σε km² και k η χρονική κλίμακα σε h. Σημειώνεται ότι ο συντελεστής φ εφαρμόζεται τόσο για το συνολικό ύψος βροχής που αντιστοιχεί στη συνολική διάρκεια της βροχής σχεδιασμού όσο και για τα τμηματικά ύψη βροχής που αντιστοιχούν σε κάθε επιμέρους χρονική κλίμακα εντός του υετογραφήματος.



Σχ. 12-1 Παράδειγμα εκτίμησης τιμής παραμέτρου λ στο επίπεδο λεκάνης απορροής.

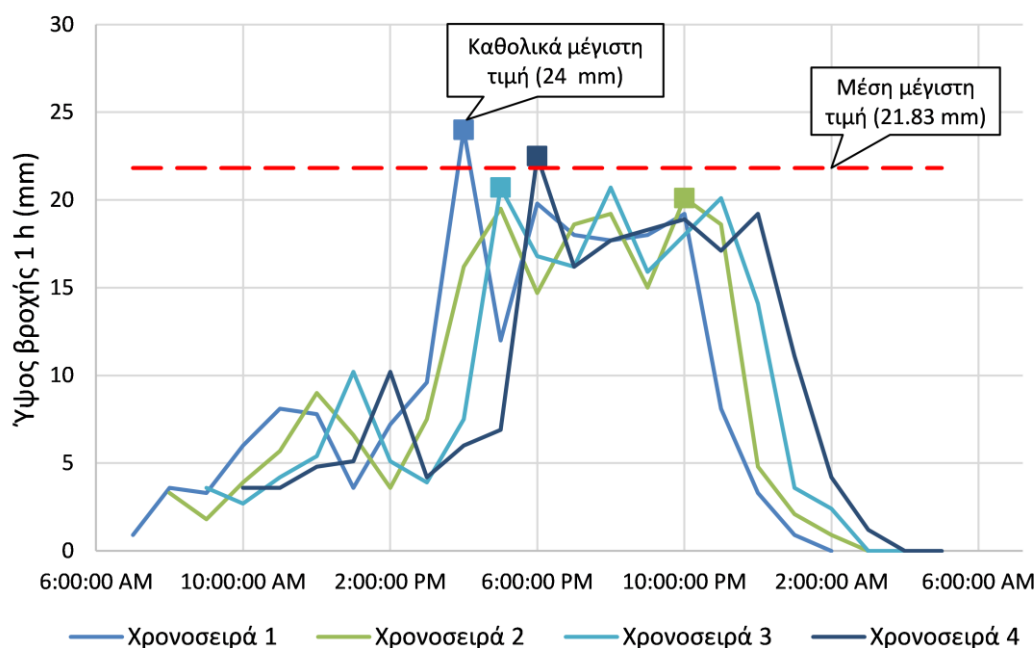
12.2 Εκτίμηση περιόδου επαναφοράς ιστορικού επεισοδίου βροχής

Για την εκτίμηση της περιόδου επαναφοράς T , για δεδομένη χρονική κλίμακα k , ενός συγκεκριμένου επεισοδίου βροχής με βάση τις όμβριες καμπύλες προτείνεται η εξής διαδικασία, η οποία είναι συνεπής με τον τρόπο κατάρτισης των όμβριων καμπυλών:

1. Από τα πρωτογενή δεδομένα και για τη δεδομένη κλίμακα αναφοράς ενδιαφέροντος k (π.χ. 1 h) υπολογίζονται οι χρονοσειρές των υψών βροχής $h^{(k)}$ με κατάλληλη συνάθροιση στην κλίμακα k , εκκινώντας τη συνάθροιση από μια αρχική χρονική στιγμή t_0 .
2. Επαναλαμβάνεται το βήμα 1 μετακινώντας την αρχή της συνάθροισης κατά ένα επόμενο χρονικό βήμα, έτσι ώστε να προκύψει μια ακόμα χρονοσειρά στην κλίμακα k .
3. Το βήμα 2 επαναλαμβάνεται έως ότου προκύψουν όλες οι δυνατές χρονοσειρές στη δεδομένη κλίμακα k , για τις οποίες είναι δυνατό να εκτιμηθεί διαφορετικό μέγιστο ύψος βροχής του επεισοδίου για την κλίμακα k (βλ. Σχ. 12-2: συνολικά k/D περιπτώσεις, όπου D η διακριτότητα).
4. Εκτιμάται ο μέσος όρος του μέγιστου ύψους βροχής από όλες τις διαφορετικές συναθροισμένες χρονοσειρές της κλίμακας k και υπολογίζεται η αντίστοιχη ένταση για την εν λόγω κλίμακα.
5. Με βάση την εξίσωση των όμβριων καμπυλών, εκτιμάται η περίοδος επαναφοράς για τη δεδομένη κλίμακα k και τη μέση μέγιστη ένταση που προέκυψε στο βήμα 4.

Για παράδειγμα, έστω ότι καταγράφηκε επεισόδιο βροχής από βροχογράφο χρονικής διακριτότητας $D = 15 \text{ min}$ και ενδιαφέρει ο υπολογισμός της περιόδου επαναφοράς του μέγιστου ύψους βροχής στην κλίμακα 1 h. Για τον υπολογισμό του μέγιστου ύψους βροχής στην κλίμακα 1 h υπάρχουν $60/15 = 4$

διαφορετικές δυνατές συναθροίσεις των πρωτογενών δεδομένων 15 min, η καθεμία εκ των οποίων εκκινεί από διαφορετική χρονική στιγμή t_0 , όπως φαίνεται στο Σχ. 12-1.



Σχ. 12-2 Παράδειγμα 4 διαφορετικών δυνατών συναθροίσεων ύψους βροχής στην κλίμακα 1 h από δεδομένα 15 min και τα αντίστοιχα εξαγόμενα μέγιστα του επεισοδίου.

Για αυτές τις συναθροίσεις, εκτιμώνται 4 μέγιστα ύψη βροχής καθώς και ο μέσος όρος τους που είναι ίσος με 21.83 mm. Άρα, τελικά η περίοδος επαναφοράς αναζητείται για ένταση βροχής ίση με 21.83 mm/h στην κλίμακα 1 h.

Είναι προφανές ότι ο υπολογισμός της έντασης με αυτόν τον τρόπο οδηγεί σε μέσο μέγιστο ύψος βροχής μικρότερο από το απόλυτο μέγιστο, το οποίο θα λαμβανόταν με εφαρμογή κυλιόμενου παράθυρου συνάθροισης στην αρχική χρονοσειρά 15 min. Όπως εξηγείται όμως στο εδάφιο 4.2 είναι συνεπέστερο με τη στοχαστική μεθοδολογία να μη χρησιμοποιείται κυλιόμενο παράθυρο αλλά να διατηρείται η χρονική δομή της βροχόπτωσης σε κλίμακες.

Σημειώνεται ακόμα ότι εφόσον διατίθενται περισσότεροι του ενός σταθμοί στην περιοχή ενδιαφέροντος, είναι σκόπιμο η διερεύνηση αυτή να γίνει για όλους έτσι ώστε να προκύψει ένας μέσος όρος των σημειακών εντάσεων της καταιγίδας, για τον οποίο θα αναζητηθεί η περίοδος επαναφοράς με την ως άνω διαδικασία και με χρήση χωρικά αντιπροσωπευτικών παραμέτρων των όμβριων καμπυλών, όπως περιγράφηκε στο εδάφιο 12.1.