

**1<sup>ο</sup> ΣΕΤ ΑΣΚΗΣΕΩΝ**

Σας δίνεται ένα αδρομερές παραμετρικό μηνιαίο υδρολογικό μοντέλο υδατικού ισοζυγίου, το μοντέλο ΖΥΓΟΣ. Επίσης, σας δίνονται τα δεδομένα μηνιαίας υετόπτωσης (σε mm) και μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας (σε °C) από έναν αριθμό μετεωρολογικών σταθμών και δεδομένα μηνιαίων παροχών (σε mm) από ένα παροχομετρικό σταθμό μιας λεκάνης απορροής της Θεσσαλίας. Η λεκάνη απορροής είναι η Πύλη Τρικάλων με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: έκταση=132.2 km<sup>2</sup>, μέσο υψόμετρο = (900+XX) m, γεωγραφικό πλάτος γεωμετρικού κέντρου βάρους λεκάνης = 39° (30+X)' XX'' (όπου: X ο αριθμός του τελευταίου σας ψηφίου στον Α.Μ. και XX ο αριθμός των δύο τελευταίων σας ψηφίων στον Α.Μ.). Ζητούνται:

**Υπολογισμός Δεδομένων Εισόδου**

- 1) Να υπολογισθεί η μέση επιφανειακή υετόπτωση της λεκάνης μελέτης με τη μέθοδο της τροποποιημένης μεθόδου Thiessen, χρησιμοποιώντας τους σταθμούς που βρίσκονται μέσα ή/και στην περιοχή της λεκάνης απορροής που θα μελετήσετε (Αρχείο Info\_Rainfall\_Stations.xls στο φύλλο Thiessen\_Pili μαζί με το βροχομετρικό Σταθμό Τρίκαλα).
- 2) Να υπολογισθεί η μέση επιφανειακή θερμοκρασία της λεκάνης μελέτης με τη μέθοδο της θερμοβαθμίδας, και η μέση επιφανειακή δυνητική εξατμισοδιαπνοή με τη μέθοδο Thornthwaite. Στους τελικούς υπολογισμούς προσαυξήστε τη δυνητική εξατμισοδιαπνοή με ένα ποσοστό ίσο με (30 + X + XX/100)% όπου X ο αριθμός του τελευταίου σας ψηφίου στον Α.Μ. και XX ο αριθμός των δύο τελευταίων σας ψηφίων στον Α.Μ.).

**Προσομοίωση Υδρολογικού Μοντέλου και Ανάλυση Ευαισθησίας**

- 3) Να γίνει ρύθμιση των παραμέτρων του μοντέλου (calibration) και επαλήθευση της προσομοίωσης (validation) σύμφωνα με τη μέθοδο του χωριστού δείγματος (split sample test). Δηλαδή, η περίοδος για τη ρύθμιση των παραμέτρων του μοντέλου να γίνει σε διαφορετική περίοδο από αυτήν της επαλήθευσης. Το μήκος της χρονοσειράς δεδομένων για την ρύθμιση των παραμέτρων του μοντέλου να είναι το (50+X)% της συνολικής χρονοσειράς παρατηρημένης απορροής και το υπόλοιπο (50 – X)% να χρησιμοποιηθεί για την επαλήθευση της προσομοίωσης (όπου X ο αριθμός του τελευταίου σας ψηφίου στον Α.Μ.). Η ρύθμιση των παραμέτρων του μοντέλου (model calibration) θα πραγματοποιηθεί με μία μέθοδο βελτιστοποίησης. Η βελτιστοποίηση θα γίνει για την στοχαστική (αντικειμενική) συνάρτηση αποδοτικότητα μοντέλου (model efficiency, Eff) ο τύπος της οποίας είναι:

$$Eff = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Qobs_i - Qsim_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Qobs_i - \overline{Qobs})^2}$$

όπου,  $Qobs_i$  είναι η παρατηρημένη παροχή για κάθε μήνα  $i$ ,  $Qsim_i$  είναι η προσομοιωμένη παροχή για κάθε μήνα  $i$ , και  $\overline{Qobs}$  είναι η μέση παρατηρημένη

παροχή για την περίοδο προσομοίωσης. Για κάθε περίοδο (ρύθμισης των παραμέτρων και επαλήθευση της προσομοίωσης) να πιστοποιήσετε το υδρολογικό μοντέλο χρησιμοποιώντας, εκτός της Eff, τις στατιστικές παραμέτρους: συντελεστή προσδιορισμού ( $r^2$ , coefficient of determination), ποσοστιαία διαφορά συνολικού όγκου απορροής (DV%), μέσης παρατηρημένης μηνιαίας απορροής ( $\bar{Q}_{obs}$ ) και μέσης προσομοιωμένης μηνιαίας απορροής ( $\bar{Q}_{sim}$ ). Δίνονται οι τύποι:

$$DV\% = \frac{V_{sim} - V_{obs}}{V_{obs}} \times 100, \quad V = \sum_{i=1}^n Q_i, \quad \bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}$$

Να γίνει περιγραφή, σύγκριση και σχολιασμός των μοντέλων και των αποτελεσμάτων προσομοίωσης των περιόδων βαθμονόμησης και πιστοποίησης αλλά και των υπολοίπων (residuals).

- 4) Να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα του μοντέλου αν αλλάξει η περίοδος βελτιστοποίησης και να χρησιμοποιηθεί η περίοδος της επαλήθευσης του 3<sup>ου</sup> ερωτήματος για την προσαρμογή των παραμέτρων του μοντέλου. Να γίνει σχολιασμός των τιμών των παραμέτρων του μοντέλου για περιόδους βαθμονόμησης και πιστοποίησης του 3<sup>ου</sup> και 4<sup>ου</sup> ερωτήματος.
- 5) Να διερευνηθεί η μαθηματική δομή του μοντέλου ΖΥΓΟΣ σε σχέση με τον αριθμό παραμέτρων του μοντέλου. Σαν στοχική συνάρτηση βελτιστοποίησης να χρησιμοποιηθεί η Eff των απορροών. Διαπιστώστε αν χρειάζονται οι παράμετροι του μοντέλου στην προσομοίωση της απορροής για τις ίδιες περιόδους βαθμονόμησης και πιστοποίησης. Η βέλτιστη μαθηματική δομή που προέκυψε από τα ερωτήματα 3-5 να χρησιμοποιηθεί για την επέκταση της απορροής αλλά και για την παρουσίαση του υδρολογικού ισοζυγίου για όλη την περίοδο των μετεωρολογικών δεδομένων (42 έτη). Επίσης, να παρουσιαστούν και να σχολιαστούν τα μέσα ετήσια αποτελέσματα των συνιστωσών του υδρολογικού ισοζυγίου για όλη την περίοδο των μετεωρολογικών δεδομένων.
- 6) Να διερευνηθούν και να σχολιαστούν οι επιπτώσεις στο υδρολογικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής που προέρχονται από πιθανή ομοιόμορφη μείωση της επιφανειακής υετόπτωσης κατά  $(10 + X)\%$  στην υγρή περίοδο (Οκτώβριος – Μάρτιος) για όλη την περίοδο της προσομοίωσης και πιθανή ομοιόμορφη μηνιαία αύξηση της θερμοκρασίας κατά  $(3 + X)\%$  (όπου X ο αριθμός του τελευταίου σας ψηφίου στον Α.Μ.).

**Σημείωση:** Η γραπτή παρουσίαση των αποτελεσμάτων του θέματος να γίνει με τη δομή άρθρου με περίληψη, εισαγωγή, παρουσίαση της λεκάνης μελέτης και των δεδομένων, παρουσίαση της μεθοδολογίας και της ανάλυσης (μέθοδοι επεξεργασίας μετεωρολογικών παραμέτρων, περιγραφή μοντέλων, και μεθοδολογίας), παρουσίαση και σχολιασμός των αποτελεσμάτων, εξαγωγή των συμπερασμάτων, και βιβλιογραφικές αναφορές. Επίσης θα περιλαμβάνονται πίνακες και σχήματα για τον παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Η εργασία θα γίνει σε συνεργασία με τους διδάσκοντες και θα παραδοθεί σε έντυπη και σε ηλεκτρονική μορφή.