



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Δ.Π.Μ.Σ. «ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

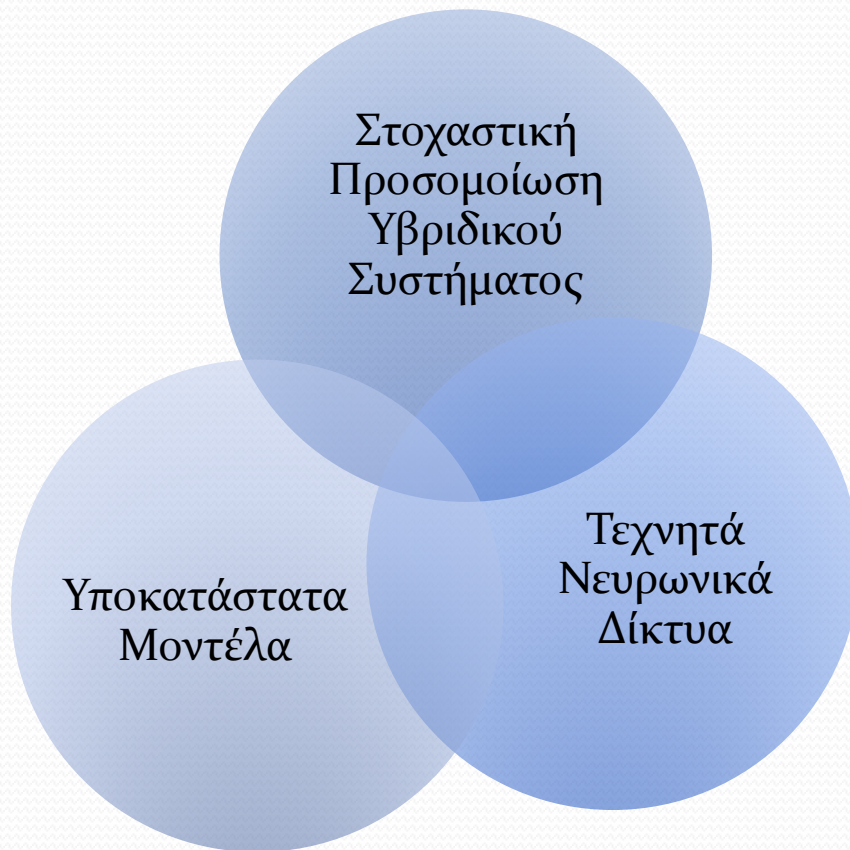
ΤΑ ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΩΣ ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ιωάννα Ανυφαντή, Μηχανικός Περιβάλλοντος

Επιβλέπων: Α. Ευστρατιάδης, ΕΔΙΠ ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2018

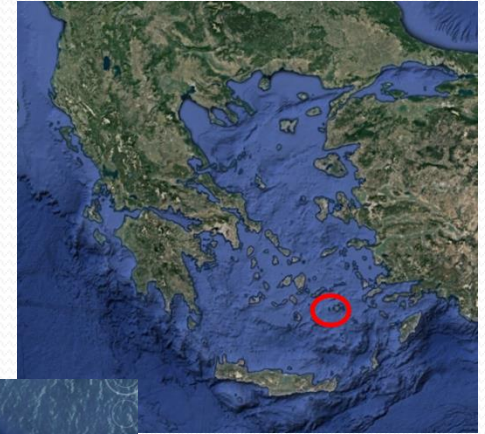
Σκοπός εργασίας



- Αναλυτική προσομοίωση υβριδικού συστήματος νερού-ενέργειας (ωριαίο βήμα)
 - Ιστορικά δεδομένα (7 έτη)
 - Συνθετικά δεδομένα (100 έτη)
- Διαμόρφωση τεχνητών νευρωνικών δικτύων
 - Εκπαίδευση με χρήση ιστορικών δεδομένων αναλυτικής προσομοίωσης
 - Επαλήθευση/αξιολόγηση με χρήση συνθετικών δεδομένων
- Σύγκριση δύο προσεγγίσεων:
 - Ως προς τον χρόνο
 - Ως προς την ακρίβεια

Περιοχή Μελέτης

- Αστυπάλαια
- Μη διασυνδεδεμένο νησί
- Υποθετικό σύστημα:
 - Ταμιευτήρας πολλαπλού σκοπού
 - Αιολικό πάρκο
 - Φωτοβολταϊκό πάρκο
 - Υβριδική διάταξη αντλησιοταμίευσης



Ερευνητικά ζητήματα

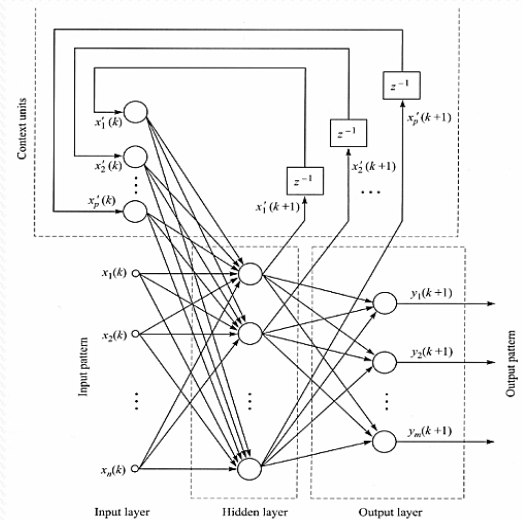
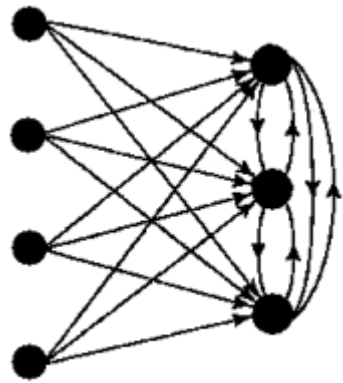
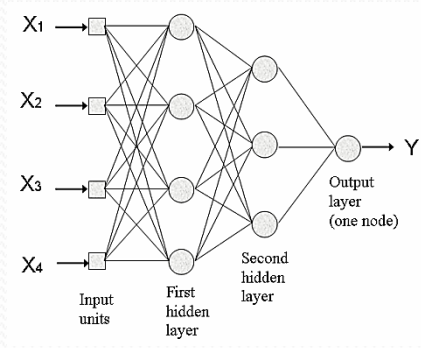
- Ταυτόχρονη διαχείριση ροών νερού και ενέργειας
- Αντλησιοταμίευση σε υβριδικό σύστημα νερού-ενέργειας
- Αβεβαιότητα
- Βελτιστοποίηση συστήματος
- Στοχαστική προσομοίωση
- Πολυπλοκότητα
- Χρονικό βήμα προσομοίωσης
- Δεδομένα μεγάλου όγκου
- Αύξηση του υπολογιστικού χρόνου

Υποκατάστατα Μοντέλα

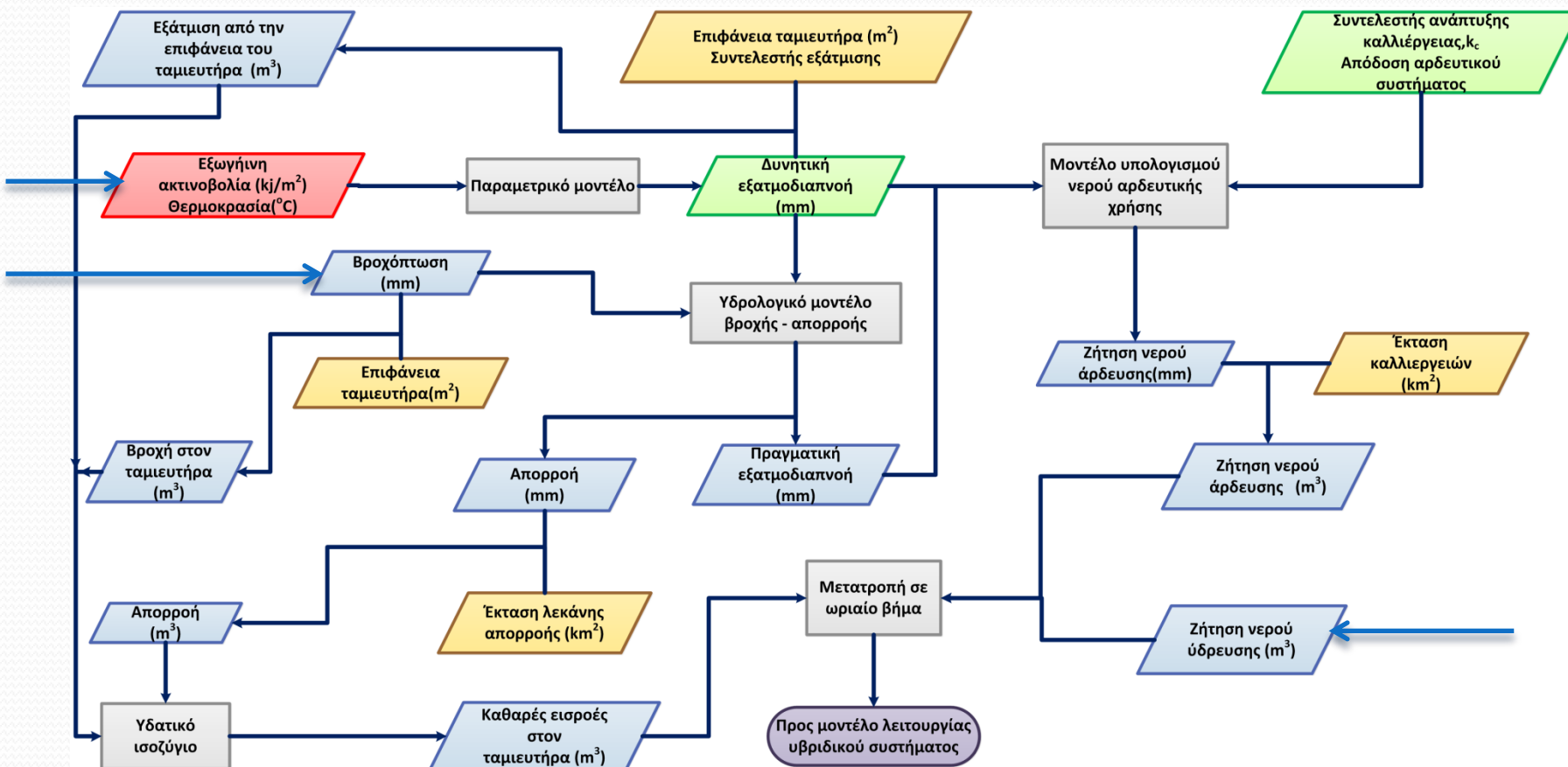
- Μοντέλα που προσεγγίζουν/μοντελοποιούν τα πολύπλοκα αναλυτικά μοντέλα
- Μίμηση της συμπεριφοράς των αναλυτικών μοντέλων
 - Απλοποίηση του αναλυτικού μοντέλου (Lower fidelity)
 - Μοντελοποίηση της επιφάνειας απόκρισης (Response surface)
- Λιγότερο απαιτητικά σε υπολογιστικό φόρτο
- Εφαρμογές στους υδατικούς πόρους (σε συνδυασμό με εξελικτικούς αλγορίθμους):
 - Βαθμονόμηση μοντέλων
 - Διαχειριστική και σχεδιαστική (πολυστοχική) βελτιστοποίηση
 - Ανάλυση ευαισθησίας/αβεβαιότητας Monte Carlo

Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα

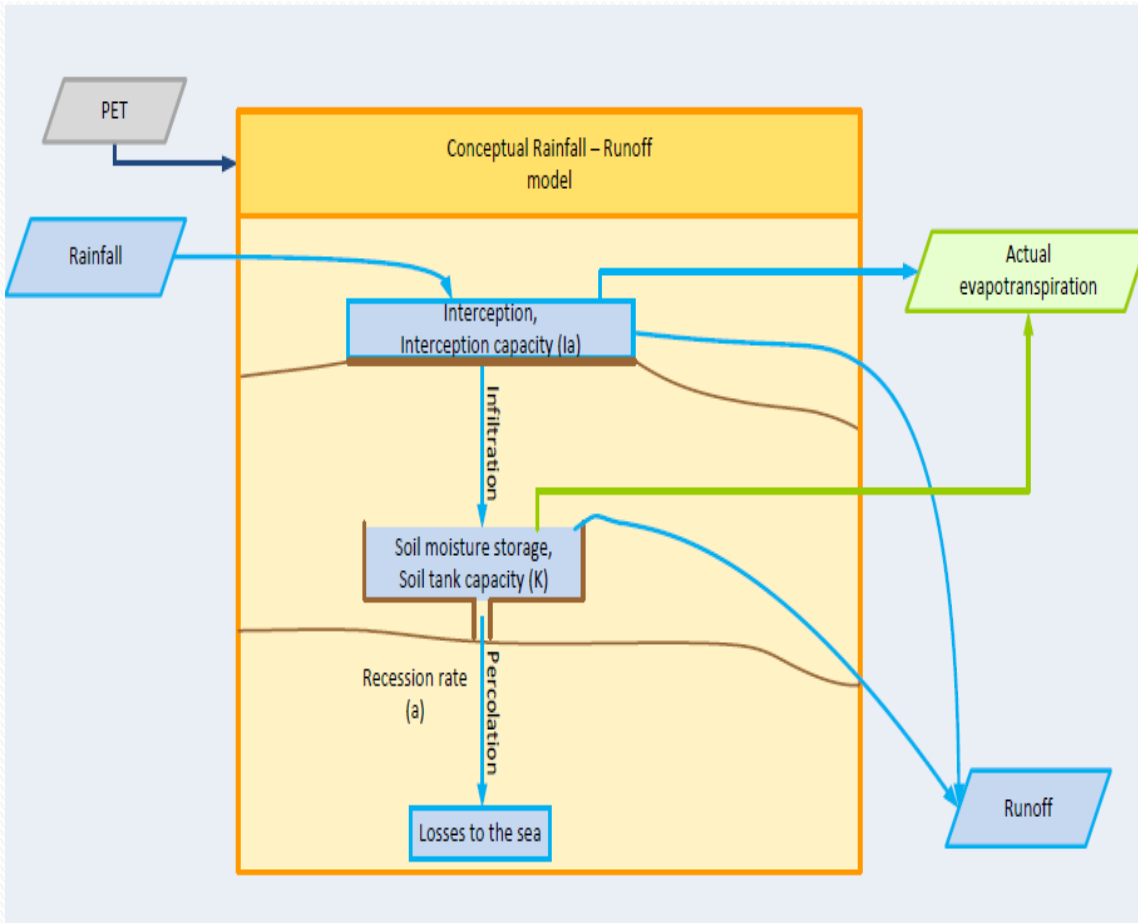
- Κατηγορία μοντέλων
- Πυκνές διασυνδέσεις
- Απλά υπολογιστικά στοιχεία
- Αλγόριθμοι: προσαρμογή της δομής των δικτύων στις πληροφορίες που τους παρέχονται



Αναλυτική Προσομοίωση



Μοντέλο Βροχής - Απορροής

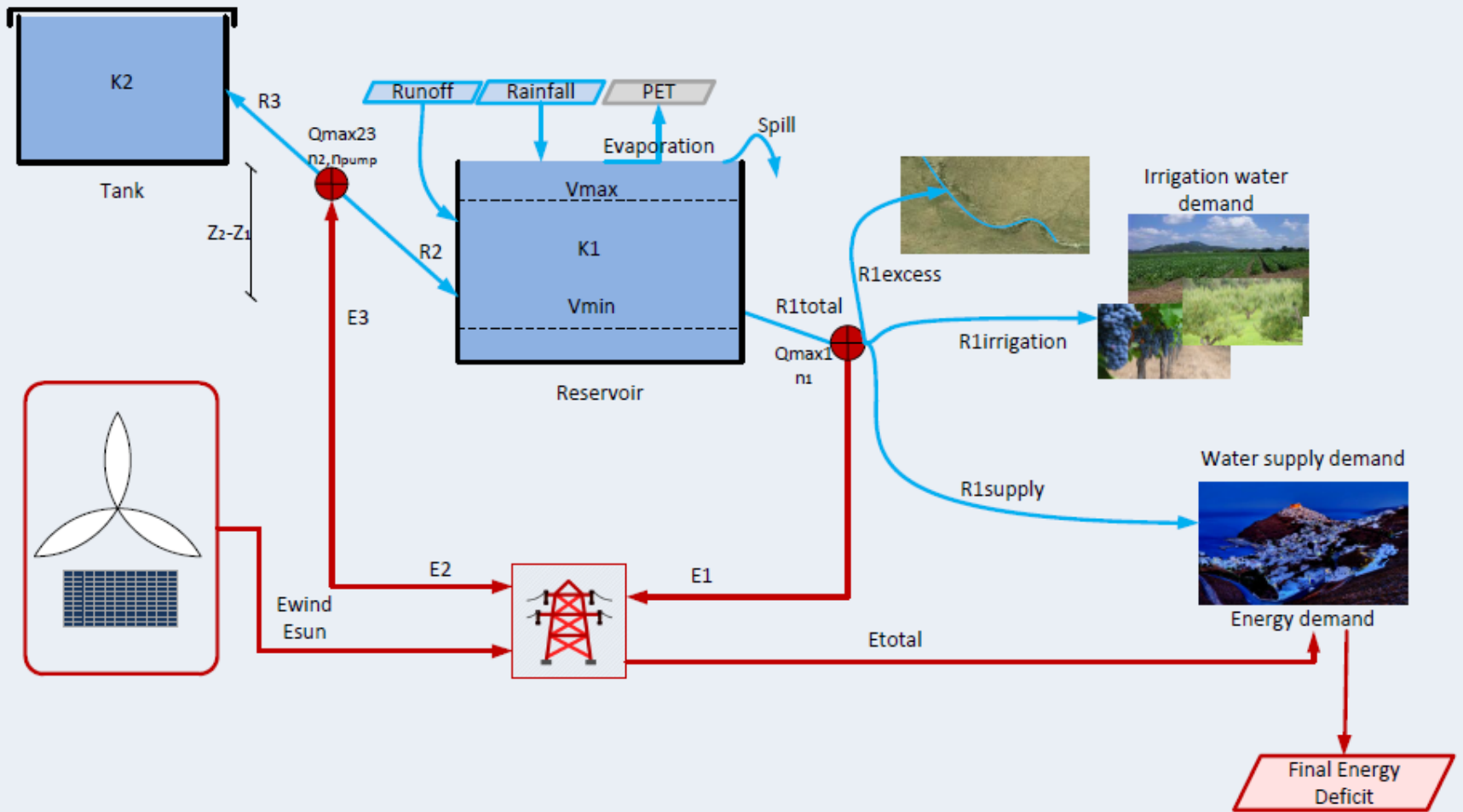


- Αδιαμέριστο μοντέλο
- Βαθμονομημένο με Monte Carlo
- Είσοδοι:
 - Βροχή
 - PET
- Έξοδοι:
 - Απορροή
 - Πραγματική ET
 - Εδαφική υγρασία
 - Απώλειες προς τη θάλασσα

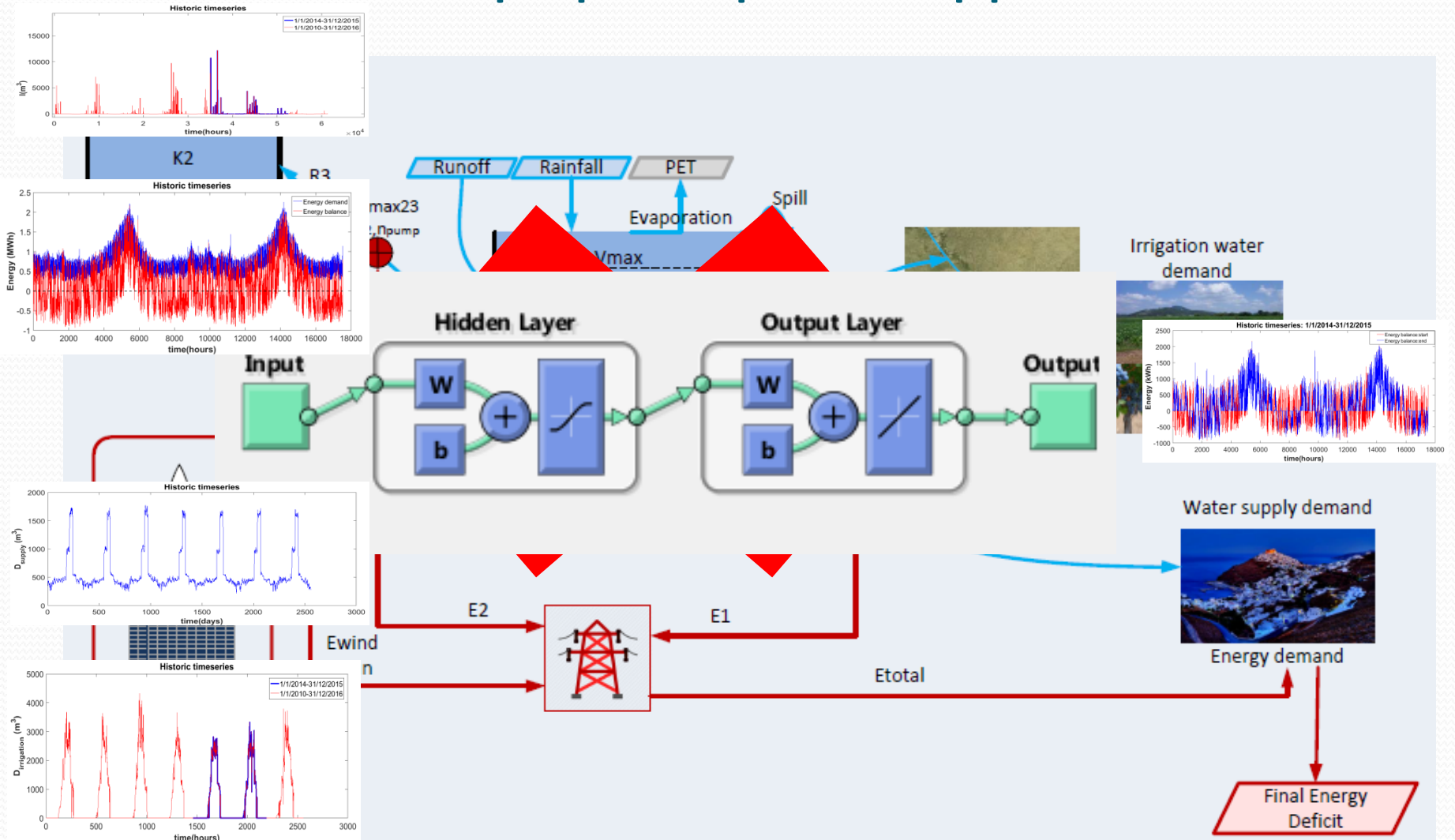
Υβριδικό σύστημα – Κατάρτιση προσομοίωσης

- Σύνθετο πρόβλημα
- Ιεράρχηση προτεραιοτήτων
- Χρήσεις νερού:
 - Ύδρευση
 - Παραγωγή & Αποθήκευση ενέργειας
 - Άρδευση καλλιεργειών
- Προσομοίωση λειτουργίας του συστήματος:
 - Παραδοχές & Απλοποιήσεις
 - Κατάλληλη διατύπωση στο προγραμματιστικό περιβάλλον

Υβριδικό σύστημα - Μοντέλο Λειτουργίας



Υποκατάστατη Προσομοίωση μέσω ANN



Διαμόρφωση Νευρωνικών Δικτύων

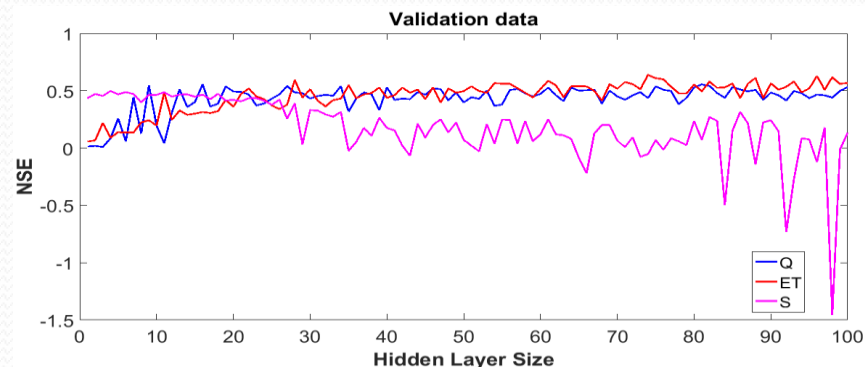
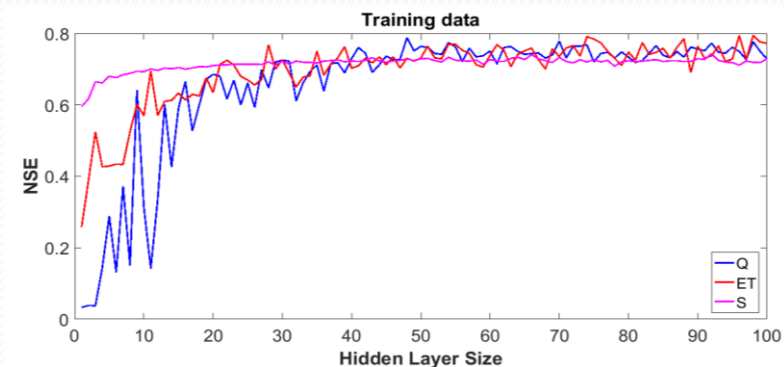
- Μεταβλητές εισόδου
- Μεταβλητές εξόδου προσομοίωσης
 - Απλή
 - Πολλαπλές
- Δομή νευρωνικού δικτύου
 - Πλήθος νευρώνων
 - Πλήθος των κρυμμένων επιπέδων
- Αλγόριθμος εκπαίδευσης
- Διαχωρισμός δεδομένων
 - Τρόπος διαχωρισμού: τυχαία δειγματοληψία, συγκεκριμένα blocks
 - Μέγεθος δεδομένων για εκπαίδευση, διασταύρωση εκπαιδευτικής διαδικασίας, επαλήθευση

Νευρωνικά Δίκτυα – Υδρολογικό Μοντέλο

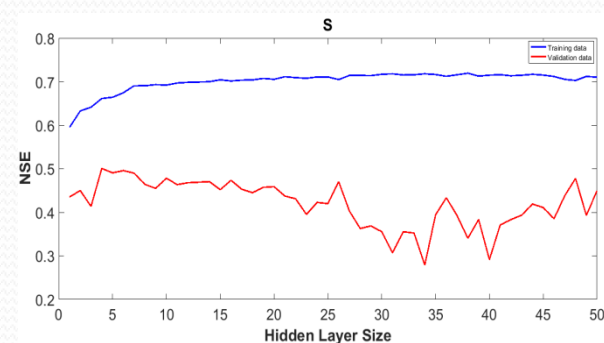
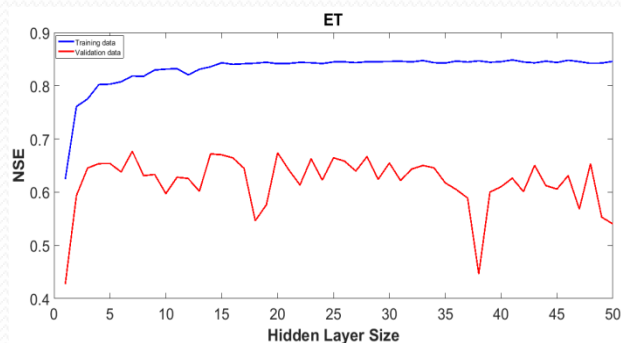
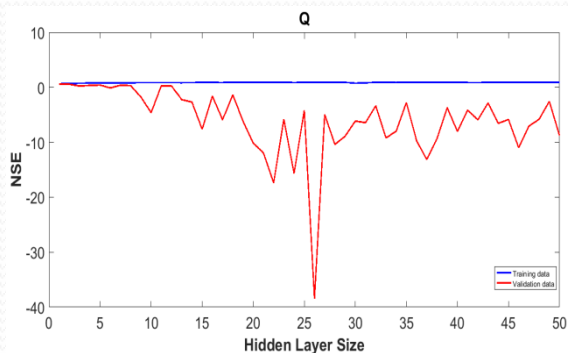
Ομάδα	Είσοδοι	Έξοδοι	Πλήθος δικτύων
A	Διάφορες δοκιμές: αλγόριθμος εκπαίδευσης τρόπος και μέγεθος δεδομένων		23
B	Βροχή, Θερμοκρασία, Εξωγήινη Ακτινοβολία	Ταυτόχρονα: Απορροή, Πραγματική ET, Εδαφική υγρασία	100
Γ	Βροχή, Θερμοκρασία, Εξωγήινη Ακτινοβολία	Εξχωριστά: Απορροή, Πραγματική ET, Εδαφική υγρασία	50 50 50
Δ	Βροχή, Θερμοκρασία, Εξωγήινη Ακτινοβολία, Υστέρηση βροχόπτωσης	Ταυτόχρονα: Απορροή, Πραγματική ET, Εδαφική υγρασία Απορροή	50
		Απορροή	50

Αποτελέσματα Υδρολογικού Μοντέλου

- Ομάδα Β

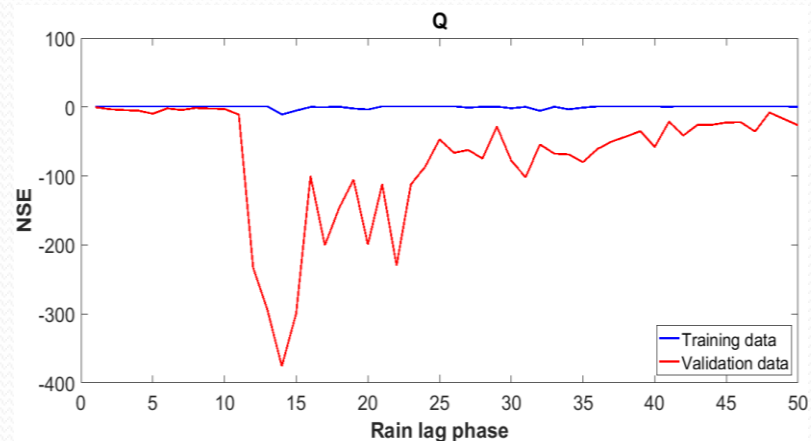
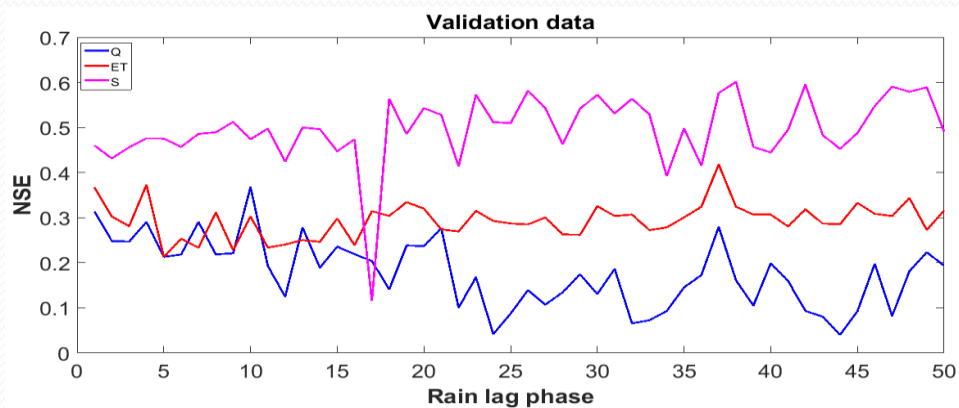
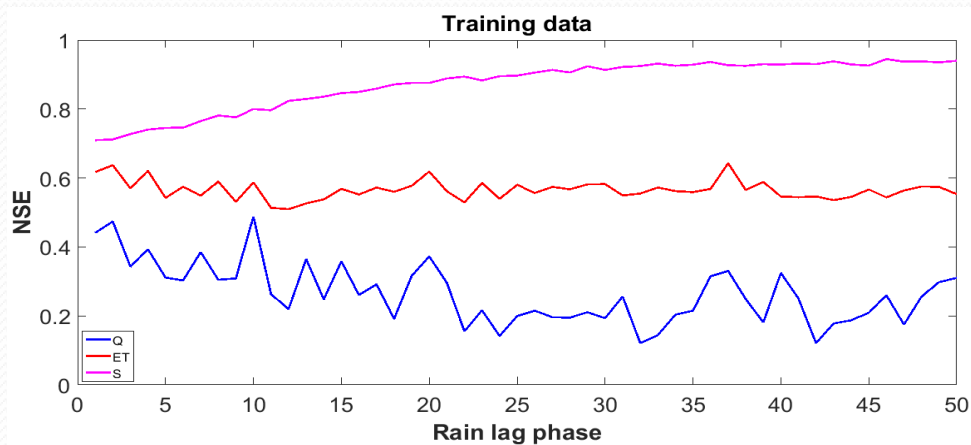


- Ομάδα Γ



Αποτελέσματα Υδρολογικού Μοντέλου

- Ομάδα Δ

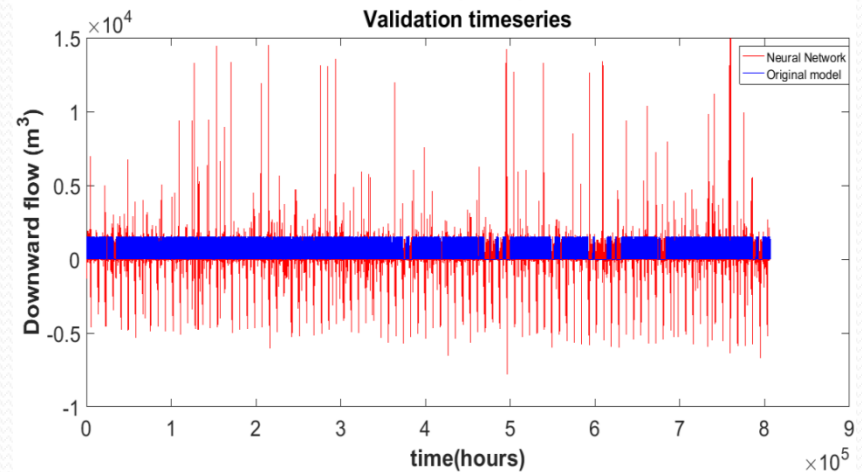
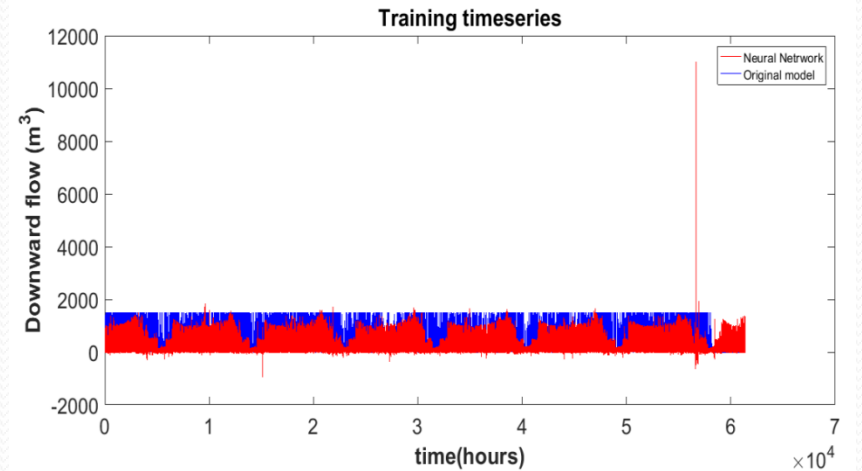
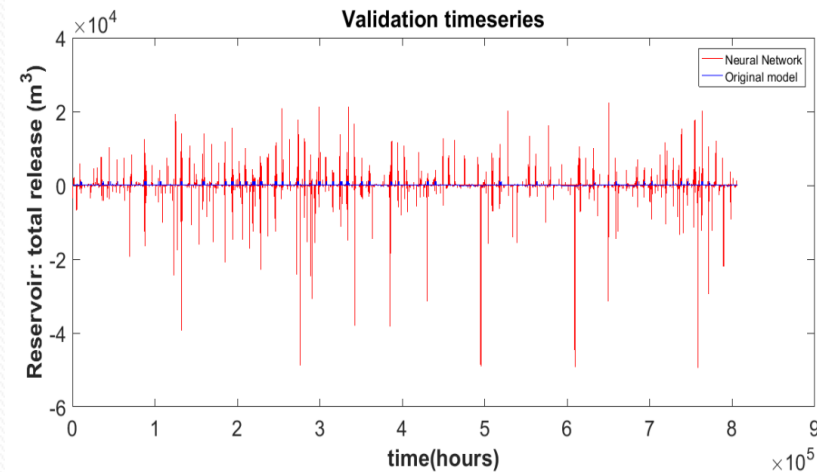
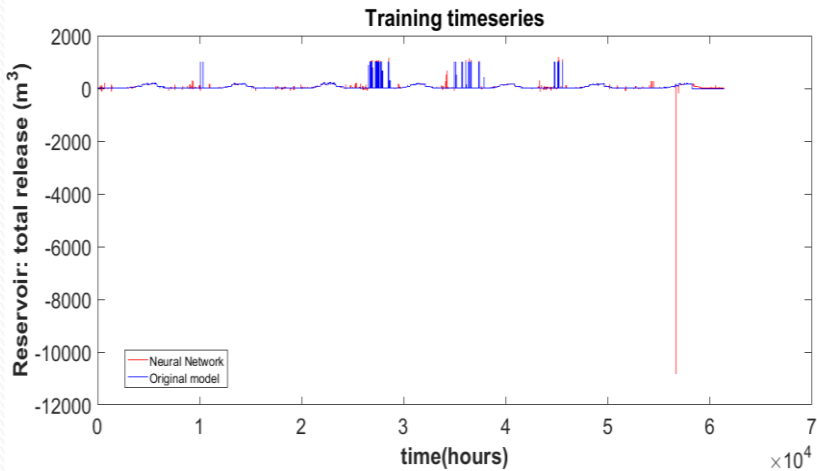


Νευρωνικά Δίκτυα – Υβριδικό Σύστημα

Ομάδα	Είσοδοι	Έξοδοι	Πλήθος δικτύων
Α	Αρχικό ενεργειακό ισοζύγιο, Ζητήσεις νερού, Καθαρές εισροές στον ταμιευτήρα	Ολική εκροή από τον ταμιευτήρα	1
		Ολική εκροή από την δεξαμενή	2
Β	Αρχικό ενεργειακό ισοζύγιο, Ζητήσεις νερού, Καθαρές εισροές στον ταμιευτήρα	Τελικό ενεργειακό ισοζύγιο	93
		Τελικό έλλειμμα Τελική περίσσεια	150 143
Γ	Αρχικό ενεργειακό ισοζύγιο, Ζητήσεις νερού, Καθαρές εισροές στον ταμιευτήρα, Αποθέματα ταμιευτήρα και δεξαμενής	Τελικό ενεργειακό ισοζύγιο	50
		Τελικό ενεργειακό ισοζύγιο και αποθέματα δεξαμενής και ταμιευτήρα	1

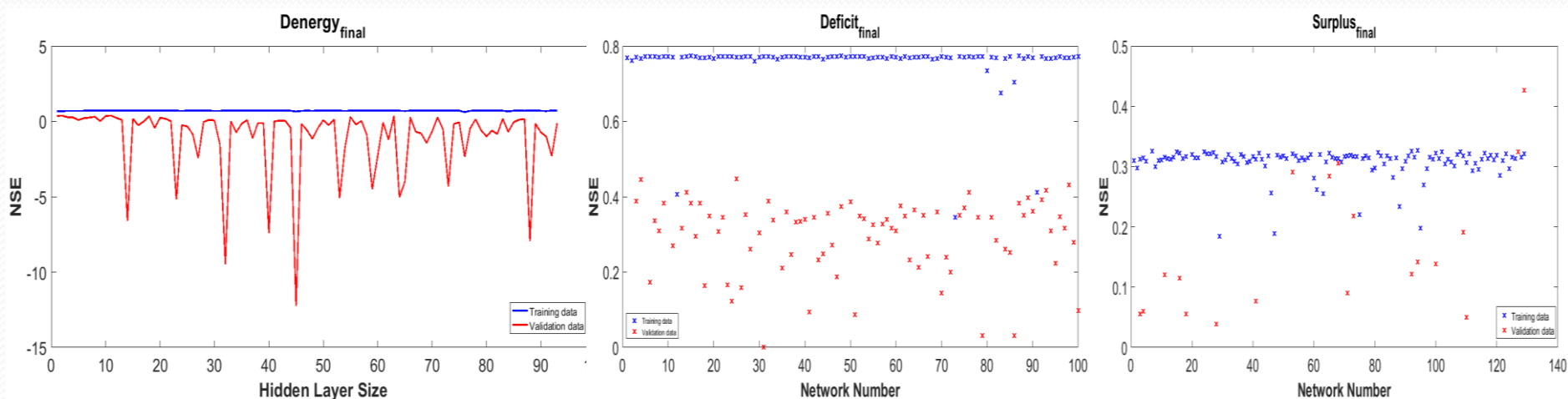
Αποτελέσματα Υβριδικού Συστήματος

- Ομάδα Α



Αποτελέσματα Υβριδικού Συστήματος

- Ομάδα Β



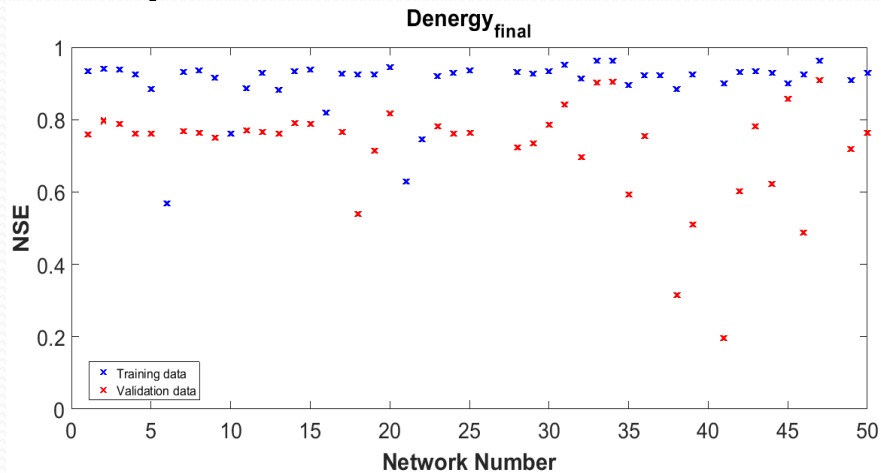
Ομάδα Β.ι	Εκπαίδευση	Αξιολόγηση
myNeuralNet workRes_11	0,71	0,39
myNeuralNet workRes_49	0,72	-0,45

Ομάδα Β.ii – Έλλειμμα	Εκπαίδευση	Αξιολόγηση
myNNDEF_25	0,77	0,45
myNNDEF_48	0,77	0,37

Ομάδα Β.ii- Περίσσεια	Εκπαίδευση	Αξιολόγηση
myNNSUR_94	0,33	0,14
myNNSUR_129	0,32	0,43

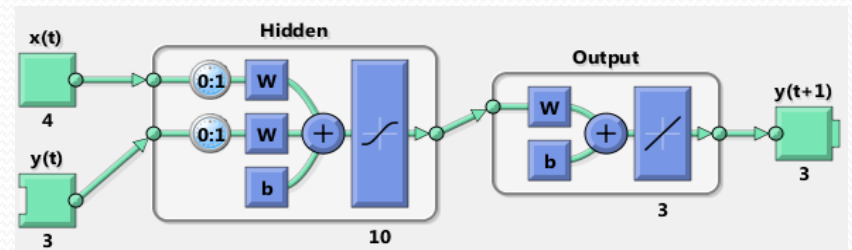
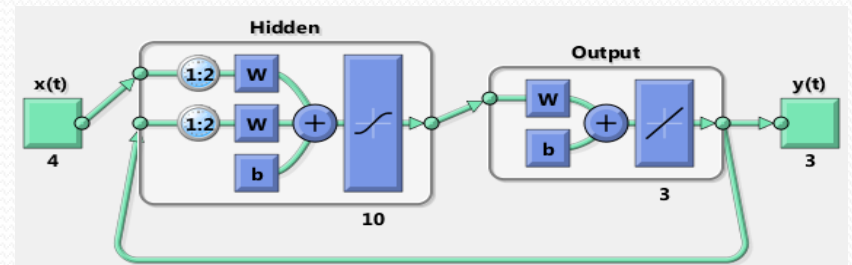
Αποτελέσματα Υβριδικού Συστήματος

Ομάδα Γ



Ομάδα Γ.i	Εκπαίδευση	Αξιολόγηση
myNNDenergy_fin al_47	0,96	0,91

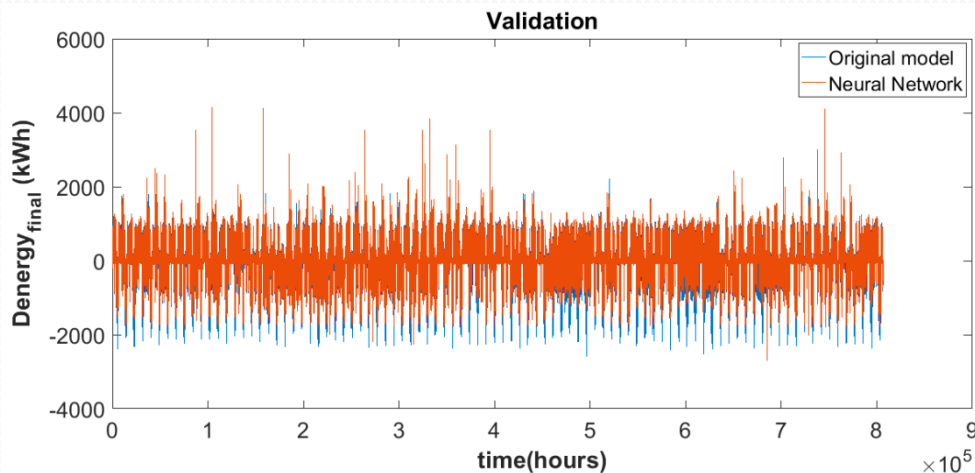
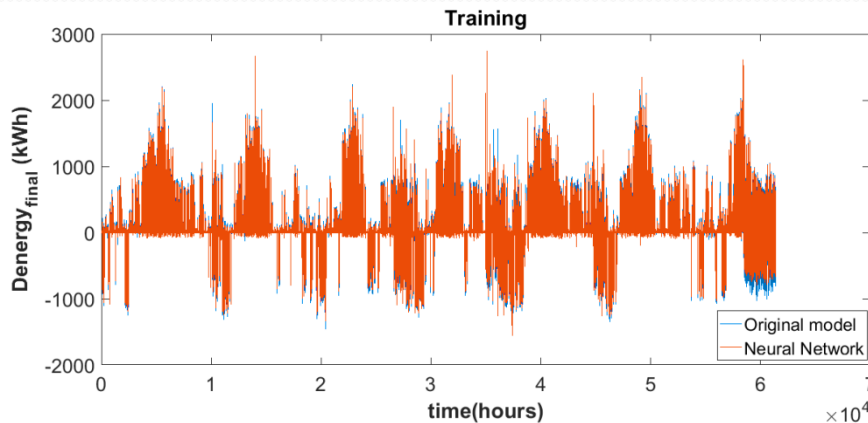
Ομάδα Γ.ii	Εκπαίδευση	Αξιολόγηση
myNeuralNetwor kDenergyfinal_x	-	-
Ανοιχτός βρόγχος	0,64	0,60
Κλειστός βρόγχος	0,46	0,27
Ανοιχτός βρόγχος με μετατόπιση	0,92	0,84



Τελική επιλογή υποκατάστατου σχήματος

- Λαμβάνονται υπόψη οι υδρολογικές μεταβλητές που προκύπτουν από την αναλυτική προσομοίωση
- Χρησιμοποιείται το νευρωνικό δίκτυο με την καλύτερη απόδοση της ομάδας Γ
- Χρήση χρονοσειρών των αποθεμάτων από το αναλυτικό μοντέλο → Όχι πλήρης υποκατάσταση
- Μπορεί να αξιοποιηθεί με κατάλληλη προσέγγιση των αποθεμάτων

Αποτελέσματα



- NSE = 0,91
- Εξοικονόμηση υπολογιστικού χρόνου 97,9%

Profile Summary

Generated 03-Jul-2018 07:58:17 using performance time.

Function Name	Calls	Total Time	Self Time*	Total Time Plot (dark band = s)
finalmodel	1	16.321 s	0.762 s	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #0070C0;"></div>
RESMAN	1	14.396 s	14.396 s	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #000080;"></div>
myNNDenergy_final_47	1	0.764 s	0.290 s	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #000080;"></div>
myNNDenergy_final_47>tansig_apply	1	0.358 s	0.358 s	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #000080;"></div>
RFRO	1	0.265 s	0.265 s	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #000080;"></div>
myNNDenergy_final_47>mapminmax_apply	1	0.105 s	0.105 s	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #000080;"></div>
IRDM	1	0.064 s	0.064 s	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #000080;"></div>
D2H	5	0.050 s	0.050 s	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #000080;"></div>
PET_1	1	0.017 s	0.017 s	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #000080;"></div>
myNNDenergy_final_47>mapminmax_reverse	1	0.011 s	0.011 s	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #000080;"></div>
PREP1	1	0.002 s	0.002 s	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #000080;"></div>

Συμπεράσματα - Προτάσεις

- Αποτελεσματική προσέγγιση για το υδρολογικό μοντέλο, αλλά όχι ικανοποιητική για χρήση των αποτελεσμάτων ως εισόδους στο νευρωνικό δίκτυο για τη διαχείριση του υβριδικού συστήματος.
- Το ζήτημα της προσομοίωσης των εκροών νερού παραμένει ανοιχτό
- Η χρήση του προτεινόμενου υποκατάστατου σχήματος μπορεί να συμβάλλει ικανοποιητικά με κατάλληλη αντιμετώπιση των αποθεμάτων
- Διερεύνηση τρόπου αξιοποίησης για σκοπούς βελτιστοποίησης
- Άλλες παρατηρήσεις: διερεύνηση της επανάληψης των δεδομένων εισόδου, το αποτέλεσμα κάθε εκπαίδευσης αποτελεί μία πραγματοποίηση από τα πιθανά ενδεχόμενα

Σας ευχαριστώ για
την προσοχή σας !

If you do not have future inputs you are in serious trouble.
NETS: One for the input and one for the output. Then you h

oseloop output NARNET

oseloop input NARNET and use this in the original closeloc

answers and pray for divine guidance.

formally accepting my fantastic answer