

# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής & Συστημάτων Πληροφορικής  
Εργαστήριο Διαχείρισης και Βέλτιστου Σχεδιασμού Δικτύων - NETMODE

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφου, 157 80, Τηλ: 210.772.1448, Fax: 210.772.1452  
URL: <http://www.netmode.ntua.gr/>

Γραπτή Εξέταση στο Μάθημα "ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ"  
9<sup>ο</sup> Εξάμηνο Ηλεκτρολόγων Μηχ. & Μηχ. Υπολογιστών

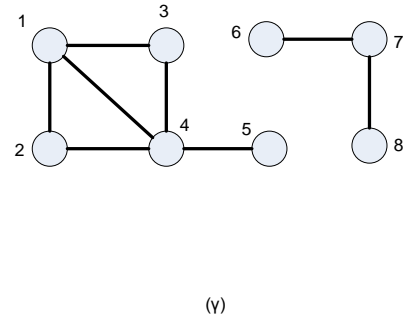
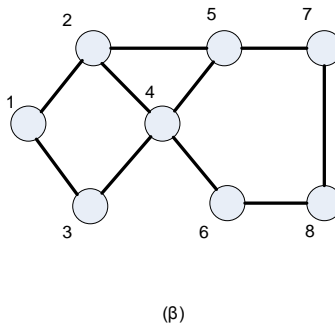
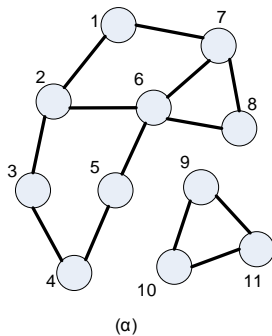
05.02.2021

Διδάσκων: Σ. Παπαβασιλείου

Παρακαλώ απαντήστε σε όλες τις ερωτήσεις. Διάρκεια **1 ώρα**. ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!  
Ο τελικός βαθμός προκύπτει από το συνδυασμό 50% γραπτό + 50% εργαστήριο.

## Θέμα 1 (20 μονάδες)

Δίνονται οι ακόλουθες τοπολογίες δικτύων:



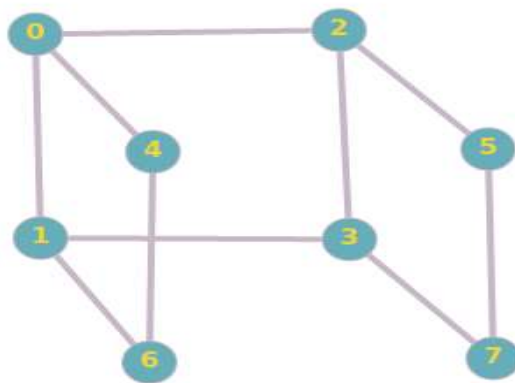
- Εξηγήστε ποιες από τις κεντρικότητες μεταξύ κεντρικότητας βαθμού (degree centrality), κεντρικότητας εγγύτητας με βάση τα συντομότερα μονοπάτια (closeness centrality) και ενδιαμεσική κεντρικότητα (betweenness centrality) με βάση τα συντομότερα μονοπάτια σε hops μπορούν να υπολογιστούν σε κάθε μία τοπολογία.
- Υπολογίστε για τους κόμβους 1-5 τη μετρική κεντρικότητας εγγύτητας και την ενδιαμεσική κεντρικότητα για την τοπολογία X, ως εξής:  $X = (\text{τελευταίο ψηφίο αριθμού μητρώου σας}) \bmod 3$ . Το αποτέλεσμα θα είναι  $X = 0, 1$  ή  $2$ , με το 0 να αντιστοιχεί στην τοπολογία (α), το 1 να αντιστοιχεί στην τοπολογία (β) και το 2 να αντιστοιχεί στην τοπολογία (γ)

## Θέμα 2 (20 μονάδες)

Με βάση τον παρακάτω γράφο,

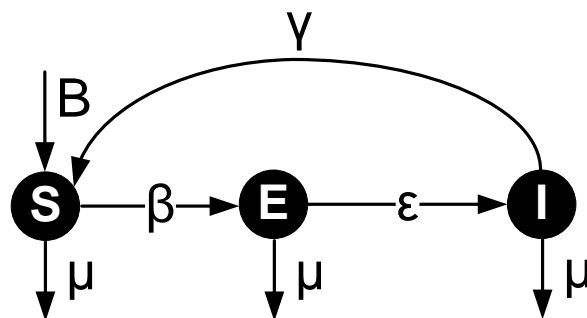
α) Ποιές δυο κοινότητες κόμβων θα εντόπιζε ο αλγόριθμος των Girvan-Newman; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

β) Προσθέστε ακμές κατάλληλα έτσι ώστε όλοι οι κόμβοι να αποκτήσουν την ίδια ενδιαμεσική κεντρικότητα (betweenness centrality). Υπολογίστε την.



### Θέμα 3 (20 μονάδες)

A) Δίνεται το ακόλουθο διάγραμμα μετάβασης καταστάσεων ενός επιδημιολογικού φαινομένου. Να γράψτε το σύνολο των διαφορικών εξισώσεων που περιγράφουν την εξέλιξη της συμπεριφοράς της εν λόγω «επιδημίας», μαζί με τις απαραίτητες υποθέσεις και συνθήκες.



B) Υποθέτοντας ότι ο συνολικός πληθυσμός παραμένει κατά μέσο όρο σταθερός, ότι δηλαδή στη σταθερή κατάσταση του συστήματος, ο μέσος συνολικός αριθμός θανάτων είναι ίσος με το μέσο συνολικό αριθμό γεννήσεων, και ότι  $\gamma > \beta > \epsilon$ , να φτιάξετε ένα πρόχειρο διάγραμμα χρόνου (σκαρίφημα) των μεταβλητών  $S(t)$ ,  $E(t)$ ,  $I(t)$ .

### Θέμα 4 (20 μονάδες)

A) Για κάθε ένα τύπο δικτύου από τα παρακάτω, να δώσετε ένα παράδειγμα πραγματικού δικτύου το οποίο να εμπίπτει στον αντίστοιχο τύπο. Προσοχή, το παράδειγμα να ανήκει μόνο στο συγκεκριμένο τύπο δικτύου για το οποίο δίνεται.

Τύπος Δικτύου	Παράδειγμα Πραγματικού Δικτύου
Κανονικό	
Small-world	
Τυχαίο (ER)	
Scale-free	
Τυχαίο γεωμετρικό	

Β) Για κάθε μια από τις παραπάνω τοπολογίες δώστε ένα πρόχειρο διάγραμμα (σκαρίφημα) της κατανομής βαθμού κόμβου.

### Θέμα 5 (20 μονάδες)

Ο παρακάτω γράφος αναπαριστά ένα μικρό κοινωνικό δίκτυο στο οποίο ο χρήστης 1 επιλέγεται για να διαδοθεί η είδηση της ύπαρξης νέας μετάλλαξης του Covid-19. Δοθείσης της τιμής κατωφλιού επιρροής  $\theta(u)$  για κάθε κόμβο  $u$  του γράφου και των βαρών επιρροής στις ακμές του, να υπολογίσετε τον υπογράφο που προκύπτει από τη διάδοση της είδησης σύμφωνα με το μοντέλο Linear Threshold (αυτό που έχει εξηγηθεί στις διαφάνειες/διαλέξεις).

$\theta(1)=0.3, \theta(2)=0.2, \theta(3)=0.4, \theta(4)=0.2, \theta(5)=0.8, \theta(6)=0.4, \theta(7)=0.9, \theta(8)=0.3$

