
ΠΡΩΤΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Τμήμα Πληροφορικής



Μάθημα:

«Ειδικά Θέματα Επιχειρησιακής Έρευνας»

ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΙΩΑΝΝΑ ΜΕΞΑ

Π18101

Υπολογισμός του συνόλου k:

$$\text{sum} = 1 + 8 + 1 + 0 + 1 = 11$$

$$\text{Επομένως, } k = 193 - 11 = 182$$

Θα χρησιμοποιήσω 182 χώρες για την υλοποίηση των σεναρίων της εργασίας. Οι 11 χώρες που δεν θα χρησιμοποιήσω, βρίσκονται στο αρχείο Excel στο φύλλο με την ονομασία «Deleted».

Για την επίλυση, θα χρησιμοποιήσω στο MATLAB τον LPSolve.

Σενάριο 1^ο:

Το μοντέλο M1 αποδίδει το μέγιστο δυνατό score που μπορεί να επιτύχει κάθε χώρα. Η υλοποίηση του MATLAB βρίσκεται στο αρχείο «scenario1.m». Ότι αναλύεται παρακάτω υπάρχει στο αρχείο Excel στο φύλλο με την ονομασία «EGDI – U.N.».

Αφού έτρεξα το script τα αποτελέσματα για τον EGDI Index αποθηκεύτηκαν στην μεταβλητή **egdi**. Έχω περάσει τα δεδομένα αυτά στο Excel αρχείο και δημιούργησα πάλι μια κατάταξη rank, αντίστοιχη με εκείνη που μας δίνεται ως δεδομένα.

Country Name	E-Government Rank	E-Government Index
--------------	-------------------	--------------------

Εικόνα 1: Στήλες κατάταξης του ΟΗΕ

(M1) Rank	(M1) Index
-----------	------------

Εικόνα 2: Στήλες κατάταξης του Μοντέλου 1 (M1)

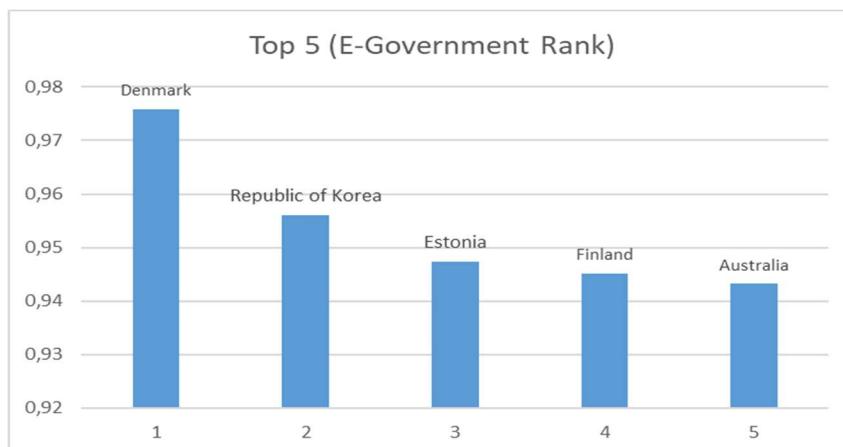
Σύμφωνα με τις παραπάνω κατατάξεις παρατήρησα τα εξής:

- **Top 5 χώρες:**

Στο ranking του ΟΗΕ οι 5 καλύτερες χώρες είναι:

1. Δανία
2. Δημοκρατία της Κορέας
3. Εσθονία
4. Φιλανδία
5. Αυστραλία

Πιο αναλυτικά τα παραπάνω αποτελέσματα μαζί με το ranking και το score φαίνονται στο γράφημα που ακολουθεί.

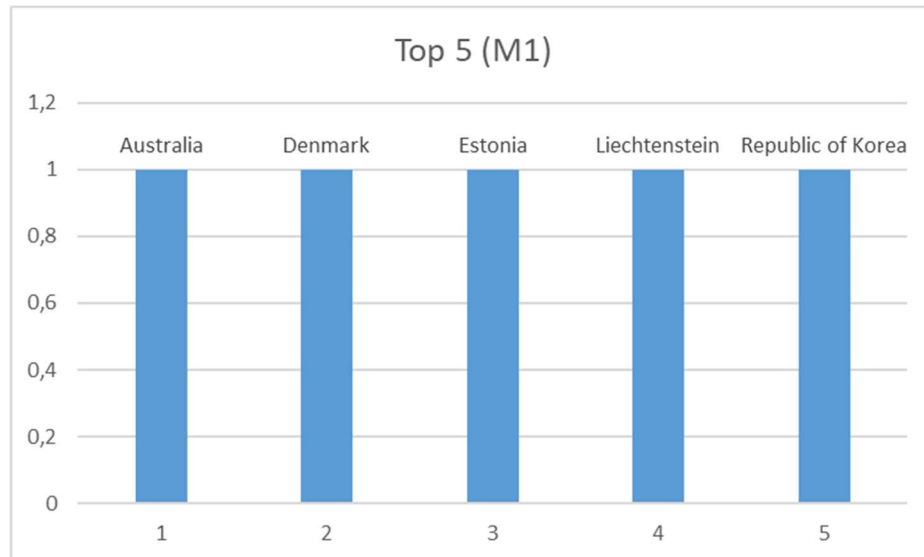


Εικόνα 3: Top 5 χώρες του ΟΗΕ

Στο ranking του (M1) οι 5 καλύτερες χώρες είναι:

1. Αυστραλία
2. Δανία
3. Εσθονία
4. Λιχτενστάιν
5. Δημοκρατία της Κορέας

Πιο αναλυτικά τα παραπάνω αποτελέσματα μαζί με το ranking και το score φαίνονται στο γράφημα που ακολουθεί.



Εικόνα 4: Top 5 χώρες του M1

- **Ισοπαλίες:**

Όπως φαίνεται και από το γράφημα της εικόνας 4, μπορούμε να διακρίνουμε ότι οι πρώτες 5 χώρες έχουν λάβει την πρώτη θέση, καθώς και οι 5 έχουν πετύχει το 100% των δυνατοτήτων τους. Επιπροσθέτως, έχουμε ισοπαλίες και στην θέση 50 μεταξύ της Ινδίας και της Μαλαισίας που έχουν πετύχει score της τάξεως του 85% (0,8529) αλλά και στην θέση 173 μεταξύ της Σομαλίας και της Νιγηρίας που έχουν πετύχει score της τάξεως του 29% (0,2941).

- **Σημαντική βελτίωση μεταξύ των δύο μοντέλων:**

Διακρίνουμε σημαντική αύξηση στο score του Λιχτενστάιν. Στο μοντέλο του ΟΗΕ πέτυχε 83% (0,8359) στην θέση 31, ενώ στο M1 πέτυχε 100% και κατέκτησε την πρώτη θέση. Επομένως, έχουμε μια αύξηση της τάξεως του ~17% (0,1641). Αυτό έχει συμβεί διότι, κατά την μοντελοποίηση ο αλγόριθμος έδωσε το μεγαλύτερο βάρος στον υπο-δείκτη της κατάστασης των τηλεπικοινωνιακών υποδομών (Telecommunication Infrastructure Index, TII), όπου σύμφωνα με τα δεδομένα, το Λιχτενστάιν καταφέρνει την μέγιστη απόδοση 1.

Country Name	Online Service Index	Human Capital Index	Telecommunication Infrastructure Index
Liechtenstein	0,6588	0,8489	1

Εικόνα 5: Οι υπο-δείκτες του Λιχτενστάιν

Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το Λιχτενστάιν να πάρει την θέση της Φιλανδίας από το Top 5 όπως είδαμε παραπάνω.

Σενάριο 2°:

Το μοντέλο M4 προσπαθεί να ελαχιστοποιήσει το άθροισμα των αποκλίσεων από όλες τις χώρες. Πρέπει να σημειωθεί ότι η διαδικασία βελτιστοποίησης λαμβάνει υπόψη ισότιμα όλες τις χώρες. Η υλοποίηση του MATLAB βρίσκεται στο αρχείο «*scenario2.m*». Ότι αναλύεται παρακάτω υπάρχει στο αρχείο Excel στο φύλλο με την ονομασία «*EGDI – U.N.*».

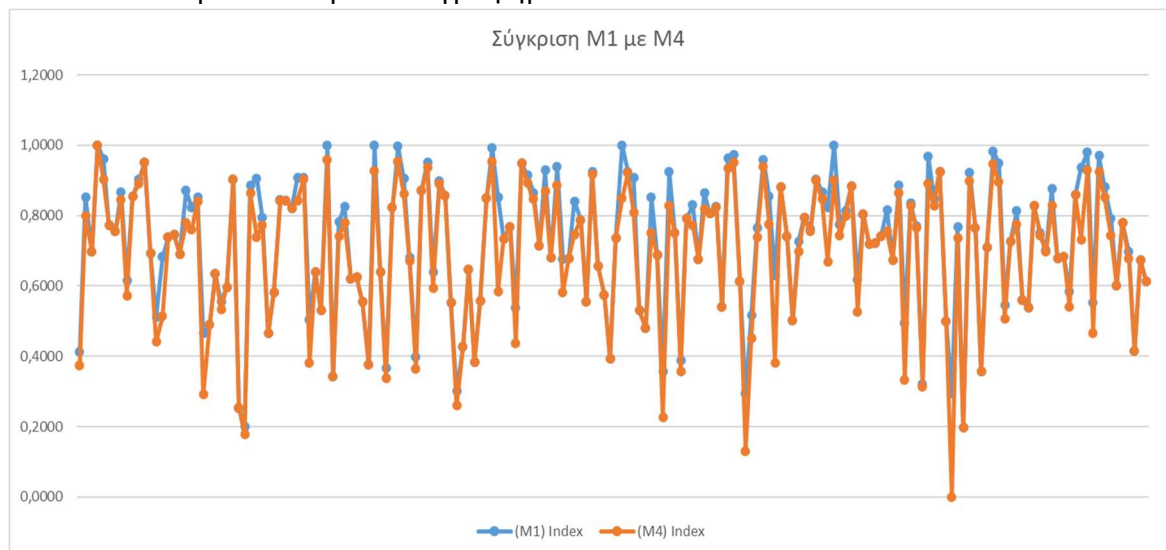
Αφού έτρεξα το script τα αποτελέσματα για τον EGDI Index αποθηκεύτηκαν στην μεταβλητή **common**. Έχω περάσει τα δεδομένα αυτά στο Excel αρχείο και δημιούργησα πάλι μια κατάταξη rank.

Σημαντική παρατήρηση: Για την Σομαλία ο solver επέστρεψε ως τιμή το 0,000000387999999 και αντίστοιχα για το d, 0,999999612000001. Στρογγυλοποιώντας τα παραπάνω αποτελέσματα με 4 δυαδικά ψηφία κατέληξα στα 0 και 1. Για αυτό η Σομαλία φαίνεται να έχει μηδενική επίδοση και απόκλιση 100%.

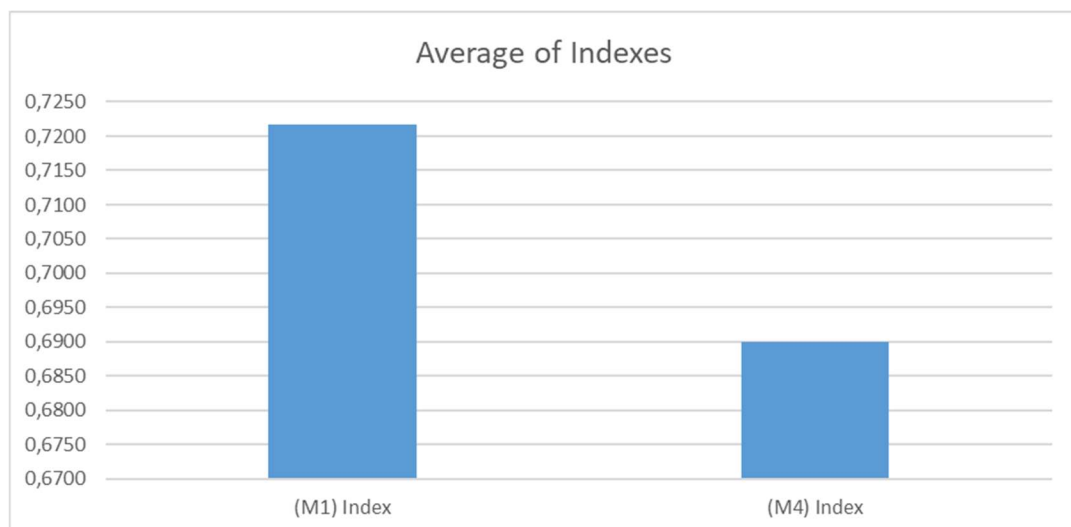
Μελετώντας τα αποτελέσματα παρατήρησα τα εξής:

- **Η επίδοση του μοντέλου M4 είναι μικρότερη από του M1:**

Από την στιγμή που η διαδικασία βελτιστοποίησης λαμβάνει υπόψη ισότιμα όλες τις χώρες, η επίδοση της κάθε χώρας θα είναι χειρότερη από την μέγιστη επίδοση που μπορεί να επιτύχει (M1). Για αυτό, είναι λογικό ο μέσος όρος επίδοσης των δύο μοντέλων να διαφέρει και μάλιστα ο μέσος όρος του M4 πρέπει να είναι μικρότερος από του M1. Τα παραπάνω αναλύονται και φαίνονται πιο καθαρά στα παρακάτω γραφήματα.



Εικόνα 6: Σύγκριση των επιδόσεων των δύο μοντέλων



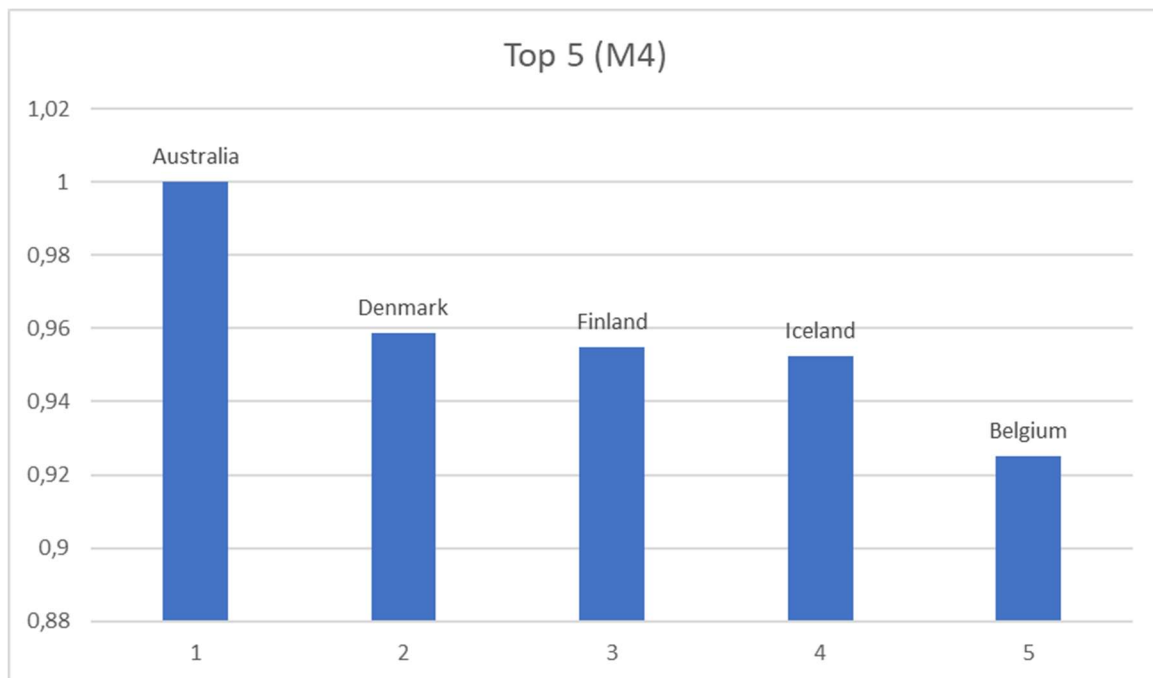
Εικόνα 7: Μέσος όρος των M1 και M4

- **Top 5 χώρες:**

Στο ranking του (M4) οι 5 καλύτερες χώρες είναι:

1. Αυστραλία
2. Δανία
3. Φιλανδία
4. Ισλανδία
5. Βέλγιο

Πιο αναλυτικά τα παραπάνω αποτελέσματα μαζί με το ranking και το score φαίνονται στο γράφημα που ακολουθεί.



Εικόνα 8: Top 5 χώρες του M4

Βλέπουμε ότι οι πρώτες 2 χώρες παρέμειναν ίδιες με το M1, ωστόσο οι επόμενες 3 άλλαξαν. Την 3^η θέση πήρε η Φιλανδία αντί της Εσθονίας, την 4^η θέση πήρε η Ισλανδία αντί του Λιχτενστάιν και την 5^η θέση πήρε το Βέλγιο αντί της Δημοκρατίας της Κορέας.

- **Ισοπαλίες:**

Και σε αυτή την μοντελοποίηση εντοπίζονται ισοπαλίες. Πιο συγκεκριμένα, έχουμε ισοπαλίες στις θέσεις 70 μεταξύ του Ομάν και της Ταϊλάνδης (0,7751), 75 μεταξύ της Σρι Λάνκα και Σεϋχέλλες (0,7660) και 84 μεταξύ του Ουζμπεκιστάν και Τρινιντάντ και Τομπάγκο (0,7434).

- **Καμία αλλαγή στις επιδόσεις μεταξύ M1 και M4:**

Υπήρχαν αρκετές χώρες στο M4 οι οποίες κατάφεραν να πετύχουν την μέγιστη δυνατή επίδοση που πέτυχαν και στο M1. Επειδή είναι αρκετές, δεν τις περνάω εδώ ωστόσο φαίνονται ξεκάθαρα με πράσινο χρώμα στο Excel αρχείο στην στήλη με όνομα (M1) - (M4).

Σενάριο 3^ο:

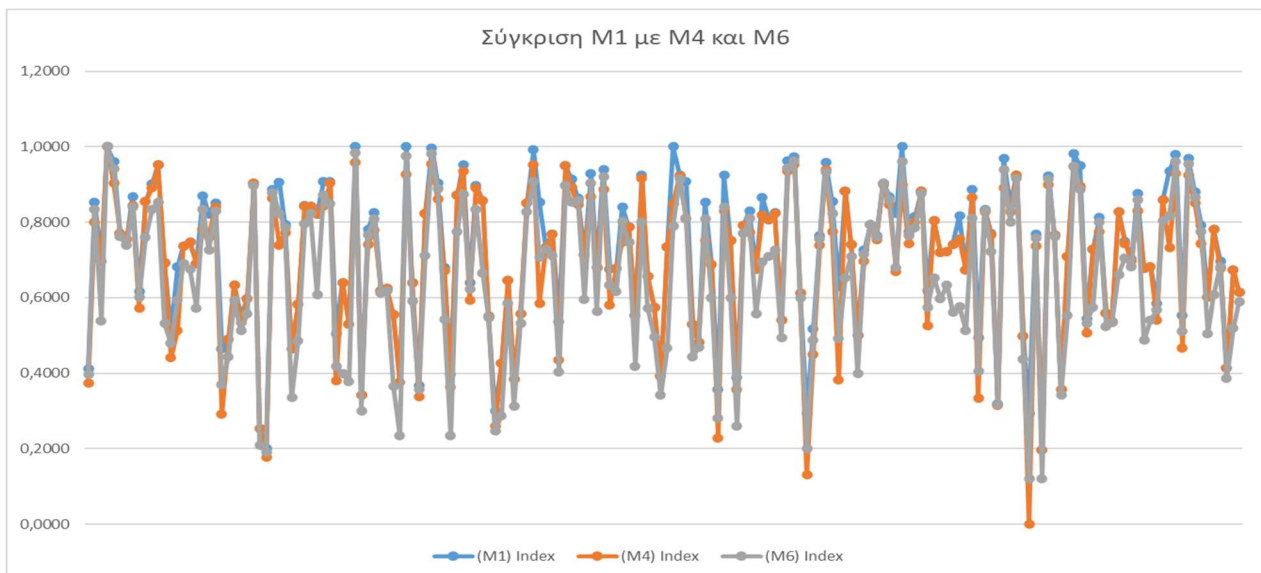
Το μοντέλο M6 προσπαθεί να ελαχιστοποιήσει την μέγιστη απόκλιση. Πρέπει να σημειωθεί ότι η διαδικασία βελτιστοποίησης λαμβάνει υπόψη τις πιο αδύναμες χώρες. Η υλοποίηση του MATLAB βρίσκεται στο αρχείο «*scenario3.m*». Ότι αναλύεται παρακάτω υπάρχει στο αρχείο Excel στο φύλλο με την ονομασία «*EGDI – U.N.*».

Αφού έτρεξα το script τα αποτελέσματα για τον EGDI Index αποθηκεύτηκαν στην μεταβλητή **minmax**. Έχω περάσει τα δεδομένα αυτά στο Excel αρχείο και δημιουργήσα πάλι μια κατάταξη rank.

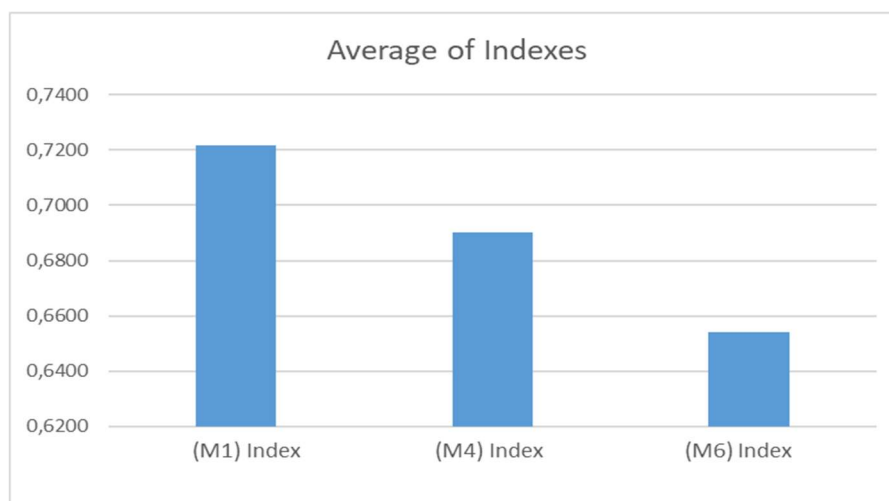
Μελετώντας τα αποτελέσματα παρατήρησα τα εξής:

- **Η επίδοση των τριών μοντέλων:**

Είναι λογικό το M1 να έχει την μεγαλύτερη επίδοση, αφού αποδίδει το μέγιστο δυνατό σκορ που μπορεί να πετύχει κάθε χώρα. Το αμέσως επόμενο θα είναι το M4 αφού, η διαδικασία βελτιστοποίησης λαμβάνει υπόψη ισότιμα όλες τις χώρες, η επίδοση της κάθε χώρας θα είναι χειρότερη από την μέγιστη επίδοση που μπορεί να επιτύχει (M1). Τελευταίο είναι το M6 διότι, η διαδικασία βελτιστοποίησης λαμβάνει υπόψη τις πιο αδύναμες χώρες. Όπως βλέπουμε στο παρακάτω γράφημα, η μπλε γραμμή που αντιστοιχεί στο M1 έχει πάντα τις μεγαλύτερες τιμές. Ωστόσο, η πορτοκαλί (M4) και η γκρι (M6) γραμμές μπορούν να «περιπλέκονται» μεταξύ τους. Τα παραπάνω αναλύονται και φαίνονται πιο καθαρά στα παρακάτω γραφήματα.



Εικόνα 9: Σύγκριση των επιδόσεων των τριών μοντέλων



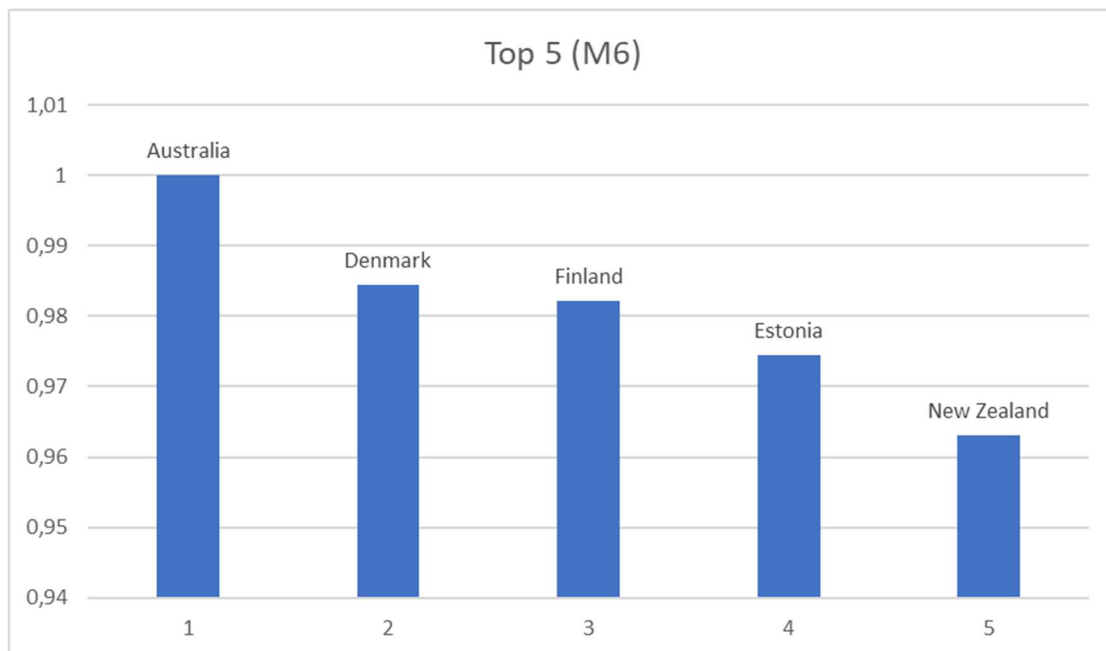
Εικόνα 10: Μέσος όρος των M1, M4 και M6

- **Top 5 χώρες:**

Στο ranking του (M6) οι 5 καλύτερες χώρες είναι:

1. Αυστραλία
2. Δανία
3. Φιλανδία
4. Εσθονία
5. Νέα Ζηλανδία

Πιο αναλυτικά τα παραπάνω αποτελέσματα μαζί με το ranking και το score φαίνονται στο γράφημα που ακολουθεί.



Εικόνα 11: Top 5 χώρες του M6

Παρατηρούμε ότι η πρώτη τριάδα χωρών (Αυστραλία, Δανία και Φιλανδία) είναι η ίδια με αυτή του M4. Στις πρώτες δύο θέσεις παραμένουν οι Αυστραλία και Δανία, όπως και στο M1, ωστόσο την 3^η θέση κατέλαβε ξανά η Φιλανδία αντί της Εσθονίας. Στη 4^η θέση βρίσκεται η Εσθονία, ενώ στο M4 ήταν η Ισλανδία και στο M1 ήταν το Λιχτενστάιν. Τέλος, στην 5^η θέση βρίσκεται η Νέα Ζηλανδία που πρώτη φορά μπαίνει στην κατάταξη των 5 πρώτων χωρών, ενώ στο M4 ήταν το Βέλγιο και στο M1 ήταν η Δημοκρατία της Κορέας.

- **Ισοπαλίες:**

Και σε αυτή την μοντελοποίηση εντοπίζονται ισοπαλίες. Πιο συγκεκριμένα, έχουμε ισοπαλίες στις θέσεις 39 μεταξύ της Αλβανίας και της Βραζιλίας (0,8343), 117 μεταξύ της Ρουάντα και του Τατζικιστάν (0,5751) και 179 μεταξύ της Σομαλίας και του Νότιου Σουδάν (0,1206).

- **Αλλαγές στις επιδόσεις μεταξύ M4 και M6:**

Στο αρχείο του Excel στην στήλη με όνομα (M4) – (M6) φαίνονται μια ακρίβεια οι αυξομειώσεις στην επίδοση των δύο μοντέλων. Ωστόσο, μία χώρα δεν είχε καμία μεταβολή στην επίδοση και αυτή είναι η Αυστραλία, που όπως αναφέραμε και πριν, κατακτά και στα δύο μοντέλα την πρώτη θέση.

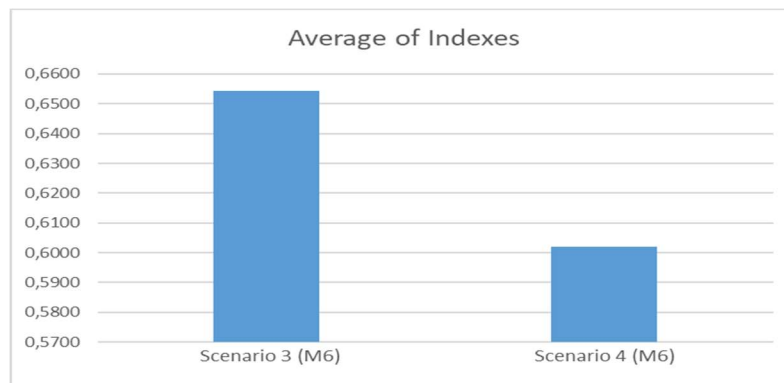
Σενάριο 4^ο:

Η υλοποίηση του MATLAB βρίσκεται στο αρχείο «*scenario4.m*». Ότι αναλύεται παρακάτω υπάρχει στο αρχείο Excel στο φύλλο με την ονομασία «*EGDI – U.N.*».

Ο επιπλέον περιορισμός που έχω εισάγει στα προγράμματα είναι $u_3 \geq 4u_1 \Rightarrow u_3 - 4u_1 \geq 0$. Δηλαδή, θέλω η κατάσταση των τηλεπικοινωνιακών υποδομών (Telecommunication Infrastructure Index, TII) να είναι 4 φορές καλύτερη από το εύρος και την ποιότητα των ηλεκτρονικών υπηρεσιών (Online Service Index, OSI) διότι, πώς μπορεί να είναι καλή η ποιότητα αν δεν υπάρχουν οι υποδομές;

Για το μοντέλο M6:

Είναι λογικό ότι από την στιγμή που εισάγω έναν παραπάνω περιορισμό στο πρόγραμμα, να μειωθεί και η επίδοση. Όντως αυτό μπορεί να φανεί και στον μέσο όρο των δύο σεναρίων, ο οποίος διατυπώνεται στο παρακάτω γράφημα:



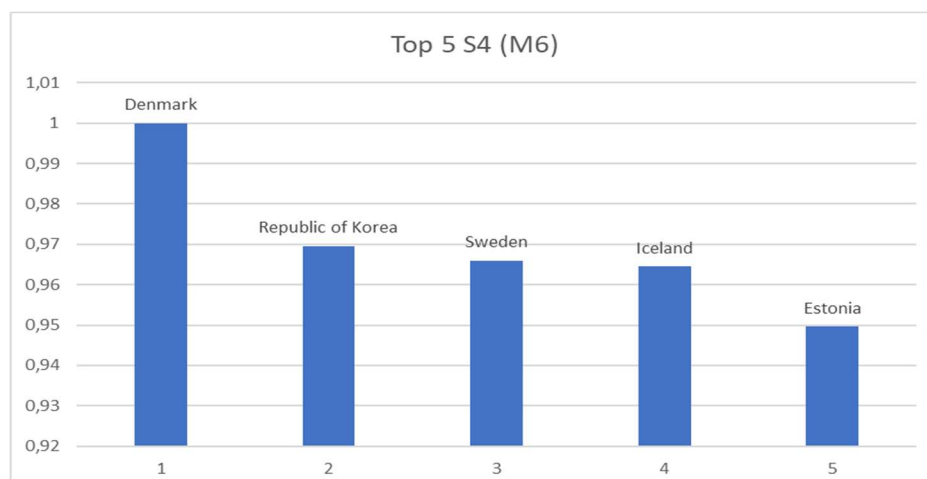
Εικόνα 12: Μέσος όρος του μοντέλου για τα δύο σενάρια

- **Top 5 χώρες:**

Στο ranking του (M6) για το σενάριο 4, οι 5 καλύτερες χώρες είναι:

1. Δανία
2. Δημοκρατία της Κορέας
3. Σουηδία
4. Ισλανδία
5. Εσθονία

Πιο αναλυτικά τα παραπάνω αποτελέσματα μαζί με το ranking και το score φαίνονται στο γράφημα που ακολουθεί.

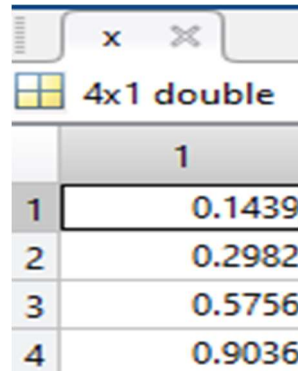


Εικόνα 13: Top 5 χώρες του M6 του σεναρίου 4

Παρατηρούμε ότι η πρώτη πεντάδα αλλάζει αρκετά σε σχέση με αυτή του σεναρίου 3. Αρχικά, στην 1^η θέση ήρθε η Δανία αντί της Αυστραλίας, στην 2^η η Δημοκρατία της Κορέας αντί της Δανίας, στην 3^η η Σουηδία η οποία για πρώτη φορά μπαίνει σε top 5 αντί της Φιλανδίας, στην 4^η η Ισλανδία αντί της Εσθονίας και στην 5^η η Εσθονία αντί της Νέας Ζηλανδίας.

- **Αλλαγή στις επιδόσεις του M6 στα δύο σενάρια:**

Η προσθήκη του περιορισμού έχει αλλάξει αρκετά τα πράγματα και αυτό συμβαίνει λόγω των τιμών που πήραν οι δύο μεταβλητές u1 και u3. Ένα screenshot από το MATLAB ακολουθεί που δείχνει τις τιμές των μεταβλητών:

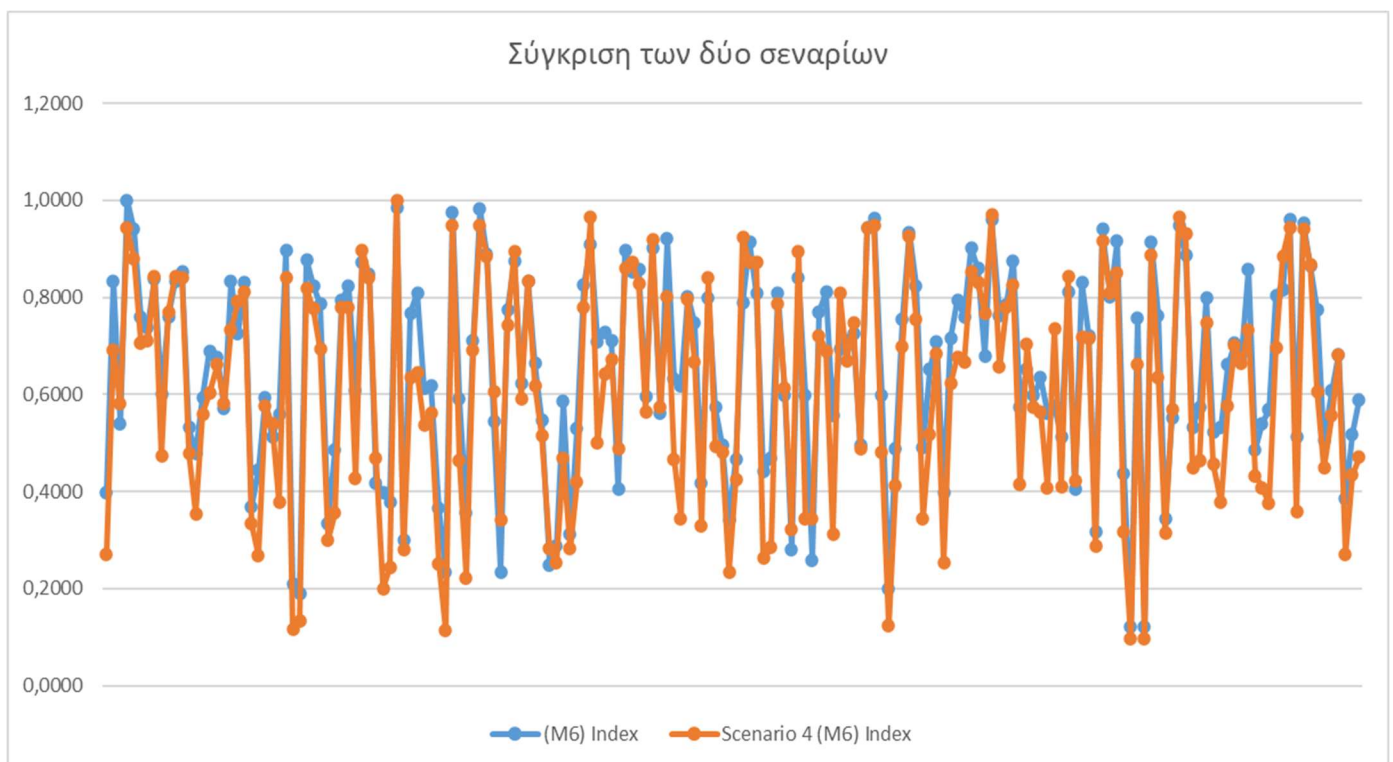


	1
1	0.1439
2	0.2982
3	0.5756
4	0.9036

Εικόνα 14: Τιμές μεταβλητών

Από την εικόνα 14, βλέπουμε ότι όντως η τιμή της μεταβλητής u3 (0,5756) είναι 4 φορές μεγαλύτερη από αυτήν της u1 (0,1439).

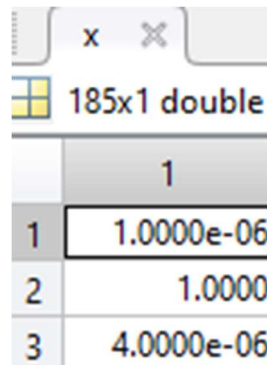
Οι αλλαγές στην επίδοση των δύο σεναρίων φαίνεται στο παρακάτω γράφημα, αλλά πιο αναλυτικά υπάρχουν στο αρχείο του Excel με το όνομα της στήλης να είναι S3(M6) – S4(M6).



Εικόνα 15: Σύγκριση των επιδόσεων των δύο σεναρίων

Για το μοντέλο M4:

Αυτή την φορά δεν υπήρχε διακύμανση στην επίδοση των δύο σεναρίων, διότι οι τιμές των δύο μεταβλητών που χρησιμοποιούνται στον περιορισμό που έχω εισάγει, έχουν τιμές πολύ κοντά στο 0 και άρα δεν επηρεάζουν το αποτέλεσμα. Ακολουθεί screenshot από το περιβάλλον του MATLAB:



	1
1	1.0000e-06
2	1.0000
3	4.0000e-06

Εικόνα 16: Τιμές μεταβλητών

Επομένως, έχουμε λάβει τα ίδια αποτελέσματα με αυτά του σεναρίου 2, φαίνεται στο Excel αρχείο στην στήλη S2(M4) – S4(M4) ότι είναι μηδενική η απόκλιση. Το ίδιο συμπέρασμα μπορούμε να βγάλουμε και από τον μέσο όρο όπου παραμένει ίδιος και στα δύο σεσάρια (0,6900).

Συμπέρασμα:

Μετά την ανάλυση των μοντέλων σε όλα τα σεσάρια, η πρότασή μου προς τον ΟΗΕ θα ήταν να επιλέξει το σεσάριο 3 και το μοντέλο M6. Θεωρώ ότι είναι η καλύτερη επιλογή γιατί, δίνεται η ευκαιρία στις πιο αδύναμες χώρες να «ακουστούν», χωρίς ωστόσο να αλλάζει ριζικά το αποτέλεσμα για την υπόλοιπες και αυτό φαίνεται στα στοιχεία που ανέλυσα παραπάνω.