

Πίνακας 1

Πίνακας Προέλευσης - Προορισμού					
	1	2	3	4	$O_i$
1	250	125	375	75	825
2	100	400	50	225	775
3	205	60	225	420	910
4	155	215	320	175	865
$D_j$	710	800	970	895	3375

Πίνακας 3

Πίνακας Προέλευσης - Προορισμού					
	1	2	3	4	$O_i$
1					950
2					1000
3					1350
4					1210
$D_j$	860	1375	885	1390	

Πίνακας 2

Έτος Βάση Πίνακας Χρόνων Μετακίνησης					
$c_{ij}$	1	2	3	4	
1	5	16	13	18	
2	16	7	20	12	
3	13	20	2	9	
4	18	12	9	3	

Πίνακας 4

Έτος Πρόβλεψης Πίνακας Χρόνων Μετακίνησης					
$c_{ij}$	1	2	3	4	
1	6	18	15	20	
2	18	8	19	14	
3	15	19	3	10	
4	20	14	10	5	

### Βαθμονόμηση:

- Φτιάχνω έναν πίνακα (πίνακας 5) όπου στην **πρώτη στήλη** οριοθετώ τα πεδία τιμών χρόνου

Πεδίο τιμών χρόνου
0.1 – 5.0
5.1 – 10.0
10.1 – 15.0
15.0 – 20.0

- Στην **δεύτερη στήλη** γράφω τα κελιά του πίνακα 2 ( $c_{ij}$ ) που πληρούν τις αντίστοιχες κλάσεις χρόνου που έχω οριοθετήσει στην πρώτη στήλη. π.χ. για χρόνο από 0.1-5.0 αναζητώ στον πίνακα 3 τα αντίστοιχα κελιά που έχουν τιμές στο διάστημα αυτό. Αυτά είναι τα: (1,1) (3,3) και (4,4).

Ζεύγη
11, 33, 44
22, 34, 43
13, 31, 24, 42
12, 21, 14, 41, 23, 32

- Φτιάχνω την **τρίτη στήλη** με τις μετακινήσεις  $T_m^0$  οι οποίες είναι το άθροισμα των μετακινήσεων των κελιών στον πίνακα 1 που έχουν τις ίδιες συντεταγμένες με τα κελιά που γράψαμε στην προηγούμενη στήλη

δλδ.: Στο πρώτο κελί αυτής της στήλης θα έχουμε  $\Pi\Pi(1,1)+\Pi\Pi(3,3)+\Pi\Pi(4,4)=250+225+175=650$

$T_m^0$
650
1140
1020
565

- Στην **τέταρτη στήλη** του πίνακα βάζω παντού μονάδα, γιατί είναι η τιμή *έναρξης της επανάληψης* (βρόγχος) που θα ακολουθήσει.

$F_m^0$
1
1
1
1

- Στην **πέμπτη στήλη** θα μπουν οι μετακινήσεις  $T_m^1$  (ο δείκτης 1 εκφράζει την 1η επανάληψη) για να γίνει αυτό θα πρέπει πρώτα να συμπληρωθεί ένας νέος Π-Π πίνακας με τα παρακάτω στοιχεία:

$$T_{ij}^{n+1} = \frac{O_i^0 * D_j^0 * F^n(c_{ij})}{\sum_{j=1}^J D_j * F^n(c_{ij})} \text{ (σχέση 1)}$$

n=1	1	2	3	4	$O_i$
1	174	196	237	219	825
2	163	184	223	206	775
3	191	216	262	241	910
4	182	205	249	229	865
$D_i$	710	800	970	895	3375

π.χ.  $T_{11}^1 = \frac{825*710*1}{710*1+800*1+970*1+895*1}$

Αφού κατασκευαστεί ο παραπάνω πίνακας το κάθε στοιχείο της πέμπτης στήλης  $T_m^1$  θα είναι ίσος με το άθροισμα των κελιών που έχουν το ίδιο χρώμα το οποίο αντιστοιχεί στην κάθε κλάση της στήλης των πεδίων τιμών. Αθροίζουμε αυτά τα κελιά γιατί είναι αυτά που αναγράφονται στην 2<sup>η</sup> στήλη. π.χ.  $T_1^1 = 174 + 262 + 229 = 664$

$T_m^1$
664
674
839
1198

- Στην **έκτη στήλη** θα μπουν τα  $F_m^1$  τα οποία υπολογίζονται ως εξής:

$$F_m^n = F_m^{n-1} * \frac{T_m^0}{T_m^n} \text{ (σχέση 2)}$$

όπου m: δηλώνει την σειρά του πίνακα 5 (αυτών που κατασκευάζουμε)

n: δηλώνει την επανάληψη

π.χ.  $F_1^2 = 0,978 * \frac{650}{645}$

$F_m^1$
0.978
1.692
1.216
0.472

- Στην **έβδομη στήλη** για να βρούμε τα  $T_m^2$  θα κατασκευάσουμε των νέο πίνακα Π-Π όπως κάναμε για την στήλη 5 με την βοήθεια της σχέσης 1. Όμως σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να κατασκευάσουμε έναν συμπληρωματικό-βοηθητικό πίνακα  $F^n(c_{ij})$ , ο οποίος δεν αναγράφεται στο pdf, για να χρησιμοποιηθεί η σχέση 1.

Αυτός θα είναι ένας πίνακας 4x4 και συμπληρώνεται βάζοντας τις τιμές της έκτης στήλης στα ζεύγη-κελιά που αντιστοιχούν κοιτώντας την 2<sup>η</sup> στήλη με τα ζεύγη.

**Πίνακας 6**

$F^1(c_{ij})$	1	2	3	4
1	0,978	0,472	1,216	0,472
2	0,472	1,692	0,472	1,216
3	1,216	0,472	0,978	1,692
4	0,472	1,216	1,692	0,978

Τώρα λοιπόν μπορούμε να κατασκευάσουμε τον πίνακα:

n=2	1	2	3	4	$O_i$
1	214	116	364	130	825
2	80	324	110	261	775
3	212	93	233	372	910
4	76	220	371	198	865
$D_i$	582	754	1078	961	3375

π.χ.

$$T_{23}^2 = \frac{O_2^0 * D_3^0 * F^1(c_{23})}{\sum_{j=1}^j D_j * F^1(c_{2j})} = \frac{775 * 970 * 0,472}{710 * 0,472 + 800 * 1,692 + 970 * 0,472 + 895 * 1,216}$$

- Λειτουργούμε επαναληπτικά με την ίδια διαδικασία έως ότου οι τιμές  $T_m$  της η επανάληψης συγκλίνουν με τις αρχικές  $T_m^0$ .

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα χρειάστηκαν n=4 επαναλήψεις.

### **Εκτίμηση Μελλοντικού Μητρώου:**

- Με την βοήθεια της  $10^{th}$  στήλης του πίνακα 5 που κατασκευάσαμε δηλαδή τις  $F_m^3$  τιμές κατασκευάζουμε τον παρακάτω πίνακα 7 με τον τρόπο που κατασκευάσαμε και τον 6. Μόνο που τον 6 τον φτιάξαμε σύμφωνα με τα ζεύγη του πίνακα 2 (έτους βάσης), που αντιστοιχούν στις συγκεκριμένες κλάσεις. Όμως τώρα τα ζεύγη είναι διαφορετικά γιατί επιλέγονται σύμφωνα με το πίνακα 4 (έτος πρόβλεψης).  
δηλαδή:

Πεδίο τιμών	Ζεύγη
0.1-5	(33) (44)
5.1-10.0	(11) (22) (34) (43)
10.1-15.0	(13) (31) (42) (24)
15.1-20	(21) (12) (23) (32) (41) (14)

**Πίνακας 7**

$F_{m,ij}$	1	2	3	4
1	1.826	0.436	1.167	0.436
2	0.436	1.826	0.436	1.167
3	1.167	0.436	0.984	1.826
4	0.436	1.167	1.826	0.984

- Για να φτιάξουμε το μελλοντικό μητρώο παίρνουμε τον πίνακα 3 και δίπλα φτιάχνουμε μια βοηθητική στήλη  $A_i$  όπου:

$$A_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^j D_j * F_{ij} * B_j} \text{ (σχέση 3)}$$

αφού έχουμε προσθέσει μια βοηθητική γραμμή  $B_j$ , κάτω από αυτήν των  $D_j$ , όλα τα στοιχεία της οποίας τα θέτουμε ίσα με την μονάδα για να αρχίσουμε τις επαναλήψεις.

π.χ.  $A_1 = \frac{1}{1 * 860 * 1,826 + 1 * 1375 * 0,436 + 1 * 885 * 1,167 + 1 * 1390 * 0,436}$

Τότε φτιάχνουμε τα κελιά του πίνακα, τις τιμές  $T_{ij}$  δηλαδή.

όπου:  $T_{ij} = A_i * O_i * B_j * D_j * F_{ij}$  (σχέση 4)

**Πίνακας 8**

$T_{ij}^1$	1	2	3	4	$\sum_j T_{ij}^1$	$O_i$	$A_i$
1	392	150	258	151	950	950	0.00026256
2	77	513	79	331	1000	1000	0.00020434
3	270	161	235	684	1350	1350	0.00019952
4	91	391	394	333	1210	1210	0.00020148
$\sum_i T_{ij}^1$	830	1215	965	1500	4510		
$D_j$	860	1375	885	1390			
$B_j$	1	1	1	1			

- Τα  $\sum_i T_{ij}^n$  και  $\sum_j T_{ij}^n$  είναι αντίστοιχα τα αθροίσματα των στηλών και σειρών αντίστοιχα.
- Για την δεύτερη επανάληψη  $n=2$  υπολογίζουμε πρώτα τα  $B_j^2$  με την παρακάτω σχέση που ισχύει για κάθε επανάληψη  $n$ :  

$$B_j^n = 1 / \sum_j A_i^{n-1} * O_i * F_{ij} \text{ (σχέση 5)}$$
 Συνεχίζουμε βρίσκοντας τις τιμές  $A_i^2$  με την βοήθεια της σχέσης 3 και τα  $T_{ij}$  με την σχέση 4.
- Παράλληλα έχουμε κατασκευάσει την σειρά  $\sum T_{ij}/D_j$  και την στήλη  $\sum T_{ij}/O_{ij}$
- Συνεχίζουμε τις επαναλήψεις μέχρι  $\sum \sum T_{ij}/D_j = \sum \sum T_{ij}/D_j = 4510$  (αρχική τιμή)