



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

UNIVERSITY OF PIRAEUS



---

ΣΧΟΛΗ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ & ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ & ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

---

ΑΠΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΑΡΙΝΟΥ ΕΞΑΜΗΝΟΥ  
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2020-2021



ΜΑΘΗΜΑ  
ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΝΑΛΟΓΙΣΜΟΥ

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η επίδραση της πανδημίας στη θνησιμότητα για το παρόν και το μέλλον

ΦΟΙΤΗΤΕΣ: ΑΓΓΕΛΟΣ ΠΑΠΟΥΤΣΗΣ, ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ ΣΩΤΗΡΧΟΣ, ΜΑΡΙΟΣ ΤΖΙΜΑΣ,  
ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΦΛΩΡΑΚΗΣ

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΕΣ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΠΟΛΙΤΗΣ, ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΨΑΡΡΑΚΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΠΟΛΙΤΗΣ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο τελευταίο εξάμηνο του προπτυχιακού του τμήματος «Στατιστική και Ασφαλιστική Επιστήμη» και συγκεκριμένα στο μάθημα επιλογής «Ειδικά Θέματα Αναλογισμού» περιέχεται απαλλακτική εργασία με σκοπό την πλήρη κατανόηση της επιστήμης του αναλογιστικού κλάδου. Η συγκεκριμένη επιστήμη ασχολείται με τις εκτιμήσεις των κινδύνων σε διάφορους τομείς όπως οι ασφαλίσσεις, τα χρηματοοικονομικά κ.α.. Στόχος της εργασίας είναι να αξιολογηθεί και να περιγραφεί η επίδραση που έχει η πανδημία που υπάρχει αυτή τη στιγμή στο κόσμο, ο COVID-19, τόσο στην θνησιμότητα όσο και στο προσδόκιμο ζωής για παρόν αλλά και το μέλλον. Επειδή είναι αρκετά δύσκολη η επεξεργασία και ανάλυση όλου του κόσμου θα περιοριστούμε στην Ευρώπη και πιο συγκεκριμένα σε 5 χώρες αυτής. Οι χώρες που επιλέχθηκαν είναι οι εξής: Βέλγιο, Δανία, Ελλάδα, Ιταλία και Φινλανδία. Γίνεται μια αξιολόγηση της κάθε χώρας για την πορεία που είχε η κάθε μια από αυτές στην περίοδο της πανδημίας. Στη συνέχεια πραγματοποιούνται συγκρίσεις μεταξύ των χωρών.

Ξεκινάμε με το πρώτο κεφάλαιο της εργασίας το οποίο είναι θεωρητικό και στο οποίο υπάρχουν κάποιοι ορισμοί, σημαντικοί για την κατανόηση της εργασίας στην συνέχεια. Ειδικότερα, εξηγούνται οι έννοιες της θνησιμότητας και όλα τα παρακλάδια αυτής, το προσδόκιμο ζωής, η πιθανή διάρκεια ζωής καθώς και ο επιπολασμός και το p-score. Τέλος, γίνεται αναφορά στις χώρες που επιλέχθηκαν με κάποιες γενικές πληροφορίες σχετικά με αυτές αλλά και μια γενική πορεία της πανδημίας στην Ευρώπη.

Το επόμενο κεφάλαιο ξεκινάει με την ανάλυση των δεδομένων, δείχνοντας την πορεία της πανδημίας μέσω διαγραμμάτων των κρουσμάτων, των θανάτων κ.α. δεικτών της κάθε χώρας ξεχωριστά αλλά και κοινά.

Στο τρίτο κεφάλαιο πραγματοποιούνται μη παραμετρικοί έλεγχοι των κρουσμάτων της κάθε χώρας σχετικά με την κατανομή που ακολουθούν. Επίσης, βλέπουμε ορισμένα ομαδοποιημένα ραβδογράμματα ξεχωριστά για κάθε ηλικιακή ομάδα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στις συσχετίσεις. Ξεκινώντας, παρατηρούμε κάποιους χρήσιμους ορισμούς και έννοιες σχετικούς με τις συσχετίσεις και στη συνέχεια πραγματοποιούνται συσχετίσεις μεταξύ των χωρών. Τέλος υπάρχουν κάποιοι συγκεντρωτικοί πίνακες.

Το πέμπτο κεφάλαιο ασχολείται με το προσδόκιμο ζωής και πιο συγκεκριμένα στο προσδόκιμο ζωής προ πανδημίας αλλά και κατά την διάρκεια αυτής. Παρατηρούμε κάποιους σχετικούς πίνακες και διαγράμματα. Ύστερα, γίνεται μια αναφορά στο προβλεπόμενο προσδόκιμο ζωής. Τέλος, παρατηρούμε κάποια διαγράμματα σχετικά με το Α.Ε.Π. της κάθε χώρας.

Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο υπάρχουν τα τελικά συμπεράσματα της εργασίας.

Τέλος υπάρχει η βιβλιογραφία.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Κεφάλαιο 1</b>	<b>5</b>
1.1 Θνησιμότητα-Ορισμοί-Βασικές έννοιες	5
1.1.2 Αδρός Δείκτης Θνησιμότητας	7
1.1.3 Θνησιμότητα κατά αιτία θανάτου	8
1.1.4 Υπερβάλλουσα Θνησιμότητα	10
1.1.5 Προσδόκιμο Ζωής	10
1.1.6 Πιθανή Διάρκεια Ζωής	11
1.2.1 Επιπολασμός και επίπτωση	12
1.2.2 P-score	13
1.3 Γενικές πληροφορίες χωρών	14
1.4 Ο COVID-19 στην Ευρώπη	17
1.4.1 Επιβεβαιωμένα κρούσματα	17
1.4.2 Επιβεβαιωμένοι θάνατοι	18
1.4.3 Ποσοστό θνησιμότητας περιστατικών	19
1.4.4 Εμβολιασμένοι πλήρως	20
 <b>Κεφάλαιο 2</b>	 <b>21</b>
2.1 Κρούσματα	21
2.2 Θάνατοι	25
2.3 Θάνατοι ανά κρούσμα	28
2.4 Κοινά διαγράμματα (κρούσματα, θάνατοι, θάνατοι ανά κρούσμα)	31
2.5 Κρούσματα ανά εκατομμύριο	34
2.6 Θάνατοι ανά εκατομμύριο	36
2.7 Υπερβάλλουσα Θνησιμότητα (διαγράμματα)	37
2.8 Κοινά διαγράμματα	40
 <b>Κεφάλαιο 3</b>	 <b>42</b>
3.1 Έλεγχος κανονικότητας ανά χώρα	42
3.2 Μη παραμετρικοί έλεγχοι ανά χώρα	45
3.3 Έλεγχος κανονικότητας ανά ηλικιακή ομάδα	47

3.4 Μη παραμετρικοί έλεγχοι ανά ηλικιακή ομάδα .....	49
3.5 Ομαδοποιημένα ραβδογράμματα .....	51
<b>Κεφάλαιο 4 .....</b>	<b>65</b>
4.1.1 Συντελεστής γραμμικής συσχέτισης του Pearson .....	65
4.1.2 Συσχέτιση δε σημαίνει αιτιότητα .....	67
4.1.3 Συντελεστής γραμμικής συσχέτισης rho .....	68
4.2 Συσχετίσεις κρουσμάτων .....	69
4.3 Συσχετίσεις θανάτων .....	76
4.4 Συσχετίσεις θανάτων με κρούσματα .....	83
4.5 Πίνακες συγκρίσεων .....	86
<b>Κεφάλαιο 5 .....</b>	<b>89</b>
5.1 Προσδόκιμο ζωής προ πανδημίας .....	89
5.2 Προσδόκιμο ζωής κατά της πανδημίας .....	92
5.3 Προβλεπόμενο προσδόκιμο ζωής .....	94
5.4 Α.Ε.Π. ....	95
<b>Κεφάλαιο 6 .....</b>	<b>101</b>
Τελικά συμπεράσματα .....	101
Βιβλιογραφία .....	105

# Κεφάλαιο 1

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα ασχοληθούμε με ορισμούς βασικών εννοιών, τις αντίστοιχες εξισώσεις και την θεωρητική τεκμηρίωσή τους. Είναι σημαντικό να γίνει μια εισαγωγή σε θεωρητικό επίπεδο καθώς θα χρησιμοποιηθούν μετέπειτα και θα διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο για την επίτευξη της μελέτης που μας απασχολεί. Ταυτόχρονα, θα δούμε γενικές πληροφορίες για καθεμία από τις 5 χώρες που επιλέξαμε ενώ θα δοθεί μία γενική πορεία του ιού COVID-19 σε όλη την Ευρώπη.

## 1.1 Θνησιμότητα (Mortality)

Η **θνησιμότητα** ή **ρυθμός θνησιμότητας (mortality or mortality rate)** είναι μέτρο του αριθμού των θανάτων (είτε γενικά είτε λόγω συγκεκριμένης αιτίας) σε ένα συγκεκριμένο πληθυσμό, ως προς το μέγεθος του πληθυσμού, ανά μονάδα του χρόνου. Κατά κανόνα, η μονάδα μέτρησης της θνησιμότητας είναι αριθμός ανά 1.000 άτομα ανά έτος. Η θνησιμότητα, όπως και όλες οι άλλες πληθυσμιακές συνιστώσες, διαφοροποιείται κατά φύλο, ηλικία και σύμφωνα με πληθώρα άλλων βιολογικών, κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών του πληθυσμού όπως: η φυλή, η κληρονομικότητα, η οικογενειακή κατάσταση, ο τόπος διαμονής, το κάπνισμα, η διατροφή, η κατανάλωση αλκοόλ, οι συνθήκες κατοικίας, η ιατροφαρμακευτική περίθαλψη, οι κλιματολογικές συνθήκες (Βικιπαίδεια, 2020).

### Υπολογιστικός τύπος Θνησιμότητας

Η γενική μορφή του τύπου υπολογισμού της θνησιμότητας είναι:  $\frac{\theta}{\pi} * 10^{\nu}$ , όπου  $\theta$  είναι ο αριθμός των θανάτων από την αιτία που μελετάται,  $\pi$  είναι το μέγεθος του πληθυσμού από τον οποίο προέρχονται οι θάνατοι και  $10^{\nu}$  είναι παράγοντας μετατροπής που καθορίζει το μέγεθος του παρονομαστή (Βικιπαίδεια, 2020).

### Δείκτης Θνησιμότητας (mortality index)

Ένας δείκτης είναι κάτι πού σε βοηθάει να καταλάβεις πού βρίσκεσαι, σε ποια κατεύθυνση πηγαίνεις και πόσο μακριά βρίσκεσαι από το πού θέλεις να είσαι. Ένας καλός δείκτης σε προειδοποιεί για ένα πρόβλημα και σε βοηθάει να αναγνωρίσεις τι χρειάζεται να γίνει για να διορθωθεί το πρόβλημα. Οι δείκτες αυτοί χωρίζονται σε απλούς και προτυποποιημένους:

- 1) Απλοί λόγοι μεταξύ γεγονότων και πληθυσμού μετράνε τη συχνότητα των θανάτων σε σχέση με τον πληθυσμό με διαφορετική κατά περίπτωση λεπτομέρεια
- 2) Προτυποποιημένοι χαρακτηρίζονται από τα σύνθετα μέτρα πού είναι βασισμένα στη λογική του σταθμικού αριθμητικού μέσου που εφαρμόζονται για να απομονώσουμε επιδράσεις που προέρχονται από τη δομή του πληθυσμού

Με σκοπό τη μέτρηση του επιπέδου και των προτύπων της θνησιμότητας χρησιμοποιούμε τους απλούς δείκτες (κεντρικούς), οι οποίοι μετρούν συγκεφαλαιωτικά ή αναλυτικά ανάλογα με διάφορα δημογραφικά, κοινωνικο-οικονομικά κ.α. χαρακτηριστικά, τη συχνότητα (συνήθως σε 1000 άτομα ) εμφάνισης του θανάτου σε ετήσια βάση (χρονολογικοί-ετήσιοι) (Γ. Βερροπούλου, 2015).

Ένας από τους χρονολογικούς δείκτες θνησιμότητας είναι ο **αδρός δείκτης θνησιμότητας**, ο οποίος δίνει την αναλογία των θανάτων σε πληθυσμό 1000 ατόμων σε ετήσια βάση (Γ. Βερροπούλου, 2015).

$$\text{Τύπος: } CDR = \left(\frac{D}{P}\right) * 1000$$

Η χρησιμοποίηση του αδρού δείκτη φέρει κάποια πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα. Πιο συγκεκριμένα:

#### Πλεονεκτήματα :

- 1) Υπολογίζεται εύκολα
- 2) Υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για τους περισσότερους πληθυσμούς

- 3) Είναι σχετικά αξιόπιστος ακόμη και σε χώρες με ανεπαρκή στατιστική πληροφόρηση , δεδομένου ότι προκύπτει από βασικά δημογραφικά μεγέθη
- 4) Είναι άμεσα κατανοητός και δεν προϋποθέτει ειδικές γνώσεις κατά την ερμηνεία των τιμών του

#### **Μειονεκτήματα :**

- 1) Η τιμή του δείκτη εξαρτάται και επηρεάζεται δραστικά από την ηλικιακή δομή του πληθυσμού
- 2) Στους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη αδιακρίτως όλες οι ηλικίες του πληθυσμού , οι επί μέρους ομάδες του οποίου όμως δεν είναι εξίσου εκτεθειμένες στον κίνδυνο του θανάτου
- 3) Στους υπολογισμούς (συνήθως) λαμβάνονται υπόψη και τα δύο φύλα μαζί

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να αναφερθούν ορισμένες παρατηρήσεις που αφορούν τις περισσότερες χώρες:

- 1) Οι δείκτες θνησιμότητας των ανδρών είναι μεγαλύτεροι από εκείνους των γυναικών σε όλο το φάσμα των ηλικιών
- 2) Από την ηλικία των 55 ετών και άνω, οι κατά φύλο διαφορές της θνησιμότητας προοδευτικά αμβλύνονται
- 3) Η θνησιμότητα κατά το πρώτο έτος ζωής είναι αρκετά υψηλή και στη συνέχεια διαμορφώνεται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα εμφανίζοντας, ωστόσο, βαθμιαία ανοδική τάση έως την ηλικία των 45 περίπου ετών

Μετά την ηλικία αυτή η θνησιμότητα αυξάνεται με γοργό ρυθμό και φθάνει σε επίπεδα ιδιαίτερα υψηλά στις γεροντικές ηλικίες (Γ. Βερροπούλου, 2015).

#### **1.1.2 Αδρός δείκτης θνησιμότητας (crude mortality index)**

Είναι ο συνολικός αριθμός θανάτων σε έναν συγκεκριμένο πληθυσμό σε μια δεδομένη χρονική περίοδο και εκφράζεται ως (συνολικός αριθμός θανάτων) / (συνολικός πληθυσμός ) x 1000

Ένας εξίσου πολύ σημαντικός δείκτης είναι ο **ειδικός κατά ηλικία δείκτης θνησιμότητας** (συνήθως υπολογίζονται κατά φύλο):



$P_x = \text{πληθυσμός ηλικίας } x$

$D_x = \text{αριθμός θανάτων ατόμων ηλικίας } x$

$$M_x = \left( \frac{D_x}{P_x} \right) * 1000$$

Οι ειδικοί δείκτες θνησιμότητας εκφράζουν την αναλογία των θανάτων ατόμων ηλικίας  $x$  (ή ομάδας ηλικιών  $x$  έως  $x+5$ ) που συμβαίνουν στη διάρκεια ενός ημερολογιακού έτους σε 1000 άτομα του της ίδιας ηλικίας

Ορισμένες παρατηρήσεις που πρέπει να αναφερθούν είναι :

- 1) Οι δείκτες  $m_x$  συνήθως υπολογίζονται χωριστά για άνδρες και γυναίκες
- 2) Οι κατά ηλικία δείκτες θνησιμότητας τις περισσότερες φορές υπολογίζονται κατά ομάδες ηλικιών (π.χ. : 0-9 , 10-19 , 20-29 , 30-39 , 40-49 , 50-59 , 60-69 , 70-79 , 80-89 , ...)
- 3) Αν οι δείκτες θνησιμότητας υπολογίζονται κατά πενταετείς ομάδες ηλικιών, ο τύπος γράφεται:  $5M_x = \left( \frac{5D_x}{5P_x} \right) * 1000$  (Γ. Βερροπούλου, 2015).

### 1.1.3 Θνησιμότητα κατά αιτία θανάτου (mortality per cause of death)

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) κωδικοποιεί και ταξινομεί τις αιτίες θνησιμότητας και νοσηρότητας με ειδικά πρότυπα με σκοπό να διασφαλιστεί η συγκρισιμότητα των ληξιαρχικών δεδομένων σε διεθνές επίπεδο και να διευκολυνθεί η στατιστική ανάλυση του φαινομένου. Οι Συνεπτυγμένοι και Αναλυτικοί Διεθνείς Κατάλογοι Νόσων, Κακώσεων και Αιτιών Θανάτου που καταρτίζει και δημοσιεύει η ΠΟΥ αναθεωρούνται κάθε δέκα χρόνια ώστε να ανταποκρίνονται όσο το δυνατόν καλύτερα τις τρέχουσες νοσολογικές συνθήκες. Μέσω του απλού αδρού δείκτη θνησιμότητας μπορούμε να εμβαθύνουμε καλύτερα με την αξιοποίηση του **Αδρού κατά αιτία (j) δείκτη θνησιμότητας (όλες οι ηλικίες, συνήθως χωριστά κατά φύλο)** (Γ. Βερροπούλου, 2015).

$$\text{Με τύπο : } CDR_j = \left( \frac{D_j}{P} \right) * 100000$$

- 1) Ο δείκτης αυτός εκφράζει την αναλογία των θανάτων που οφείλονται στην αιτία θανάτου  $j$  σε πληθυσμό 100.000 ατόμων σε ετήσια βάση.

- 2) Το γεγονός ότι ο δείκτης συνδέει τις διάφορες αιτίες θανάτου με το συνολικό πληθυσμό, αποτελεί μεθοδολογική αδυναμία δεδομένου ότι η εμφάνιση των ασθενειών διαφοροποιείται σημαντικά ανάλογα με το φύλο και ιδίως με την ηλικία.
- 3) Επίσης, ως αδρός δείκτης που είναι επηρεάζεται από την κατανομή του πληθυσμού κατά ηλικία.

#### Μηνιαίοι δείκτες θνησιμότητας (σύνολο θανάτων η κατά αιτία)

$$CDRm = \frac{Dm}{P(30.6. \acute{\epsilon}τους)} * \frac{365}{\eta\mu\acute{\epsilon}ρες(m)} * 1000$$

Όπου : Dm είναι ο αριθμός θανάτων που συνέβησαν κατά τη διάρκεια του μήνα m του έτους που εξετάζουμε.

**Σημείωση:** θεωρητικά στον παρονομαστή του δείκτη θα έπρεπε να βάλουμε τον πληθυσμό στο μέσον του κάθε μήνα (Pm) αλλά στην πράξη βάζουμε τον πληθυσμό στο μέσον του έτους αναφοράς.

**Παράδειγμα:** Μηνιαίοι δείκτες θνησιμότητας (σύνολο των αιτιών θανάτου και τα δύο φύλα μαζί) : Ελλάδα : 1997

$$CDR(Μαρτίου) = \frac{D(Μαρτίου)}{P(30.6.1997)} * \left(\frac{365}{31}\right) * 1000 = \dots$$

$$CDR(Σεπτεμβρίου) = \frac{D(Σεπτεμβρίου)}{P(30.6.1997)} * \left(\frac{365}{30}\right) * 1000 = \dots$$

#### Ειδικοί κατά ηλικία και αιτία θανάτου δείκτες θνησιμότητας:

$$M_{x,j} = \left(\frac{D_{x,j}}{P_x}\right) * 100000$$

- 4) Για κάθε ηλικία και αιτία θανάτου υπολογίζεται ένας ειδικός δείκτης θνησιμότητας ως ο λόγος των θανόντων ηλικίας από την αιτία που παρατηρήθηκαν σε ένα ημερολογιακό έτος προς τον πληθυσμό της ίδιας ηλικίας στο μέσο του έτους αυτού, επί 100.000 (Γ. Βερροπούλου, 2015).

#### 1.1.4 Υπερβάλλουσα Θνησιμότητα

Η **υπερβάλλουσα θνησιμότητα (excess mortality)** είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται στην επιδημιολογία και τη δημόσια υγεία που αναφέρεται στον αριθμό των θανάτων από όλες τις αιτίες κατά τη διάρκεια μιας κρίσης πάνω και πέρα από αυτό που θα περίμενε κανείς να δει κάτω από «κανονικές» συνθήκες. Σε αυτήν την περίπτωση, μας ενδιαφέρει ο τρόπος με τον οποίο ο αριθμός των θανάτων κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19 συγκρίνεται με τους θανάτους που θα περιμέναμε εάν δεν είχε συμβεί η πανδημία-μια κρίσιμη ποσότητα που δεν μπορεί να είναι γνωστή αλλά μπορεί να εκτιμηθεί με διάφορους τρόπους. Η υπερβάλλουσα θνησιμότητα είναι ένα πιο ολοκληρωμένο μέτρο του συνολικού αντίκτυπου της πανδημίας στους θανάτους από ότι ο επιβεβαιωμένος αριθμός θανάτων COVID-19. Καταγράφει όχι μόνο τους επιβεβαιωμένους θανάτους, αλλά και τους θανάτους COVID-19 που δεν είχαν σωστά διαγνωστεί και αναφερθεί καθώς και θανάτους από άλλες αιτίες που οφείλονται στις γενικές συνθήκες κρίσης (Our World In Data, 2021).

#### 1.1.5 Προσδόκιμο ζωής

**Προσδόκιμο ζωής ή προσδόκιμο επιβίωσης (life expectancy)** ονομάζεται ο αριθμός των ετών που αναμένεται να ζήσει ένα άτομο μιας δεδομένης ηλικίας. Πολυάριθμοι παράγοντες επηρεάζουν το προσδόκιμο ζωής, συμπεριλαμβανομένων των συνηθειών (π.χ. κάπνισμα, τρόπος ζωής, διατροφικές συνήθειες), των χρόνιων νόσων (π.χ. συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια, νεφροπάθεια τελικού σταδίου ή καρκίνου), του φύλου (οι γυναίκες ζουν περισσότερο από τους άνδρες) και της κοινωνικοοικονομικής κατάστασης (Γ. Βερροπούλου, 2015).

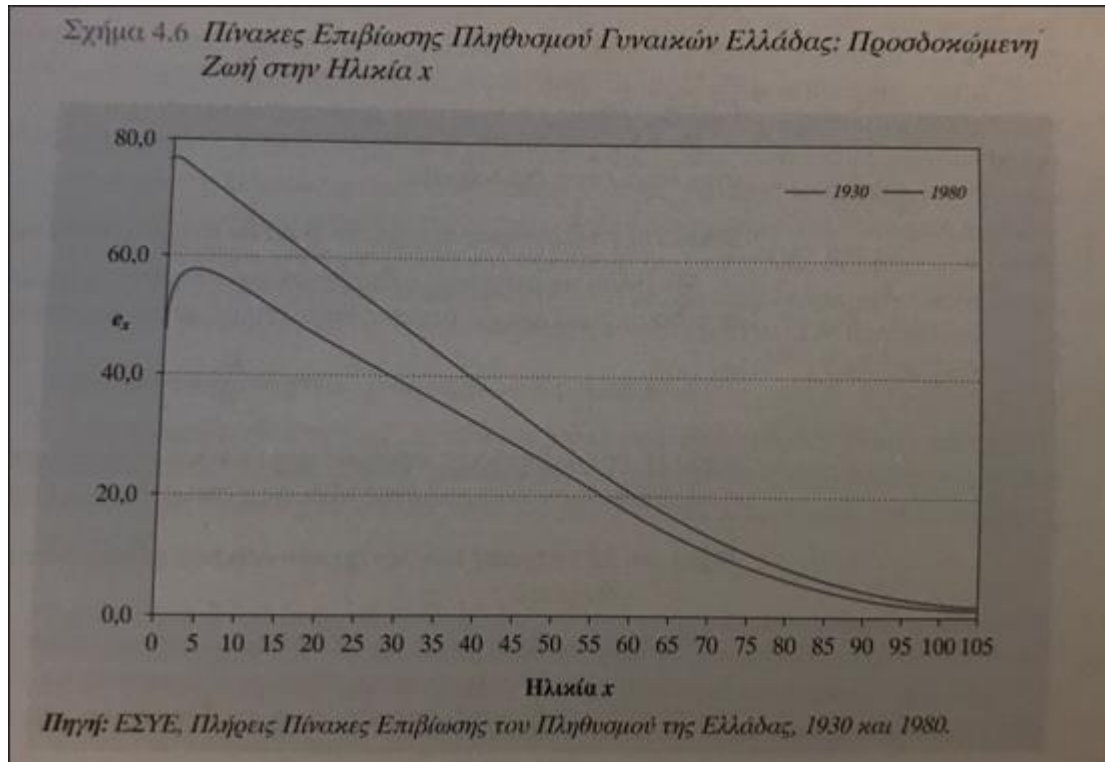
Ορίζεται ως ο λόγος μεταξύ του συνολικού αριθμού ανθρώπου-ετών ηλικίας  $x$  και άνω προς τον αριθμό των επιζώντων στην αρχή της ηλικίας αυτής:

$$e_x^0 = \frac{Tx}{lx}, \text{ όπου:}$$

Η συνάρτηση  $e_x^0$  εκφράζει τον αριθμό των ετών που κατά μέσο όρο αναμένεται να ζήσει ένα άτομο που βρίσκεται στην αρχή της ηλικίας  $x$ , σύμφωνα με τις συνθήκες θνησιμότητας που εκφράζει ο πίνακας επιβίωσης. Η προσδοκώμενη ζωή κατά τη γέννηση ( $e_0^0$ ) αποτελεί το αντιπροσωπευτικότερο μέτρο εκτίμησης του μέσου επιπέδου

θνησιμότητας του συνολικού πληθυσμού και προσφέρεται κατά τον καλύτερο τρόπο για συγκρίσεις (διαχρονικές, διατοπικές και διαταξικές).

Λόγω της επίδρασης της βρεφικής θνησιμότητας, συνήθως είναι  $e_0^0 < e_1^0$ , αλλά από την ηλικία των δύο ετών και μετά η μέση ζωή ακολουθεί μία μονότονα φθίνουσα πορεία. Οι περισσότερο απομακρυσμένες καμπύλες από το κέντρο αξόνων εκφράζουν μικρότερο επίπεδο θνησιμότητας (Γ. Βερροπούλου, 2015).



Διάγραμμα 1.1

### 1.1.6 Πιθανή Διάρκεια Ζωής (Possible Lifespan)

Η συνάρτηση επιβίωσης  ${}_n p_x$  είναι συνεχής, θετική και φθίνουσα που μπορεί να λάβει οποιαδήποτε τιμή μεταξύ 0 και 1. Έστω  $\lambda$  μία τιμή ( $\lambda \geq 1$ ) για την οποία ισχύει:

$${}_x p_x = \frac{l_{x+\lambda}}{l_x} = \frac{1}{2}$$

Στην περίπτωση αυτή, ένα άτομο που βρίσκεται στην αρχή της ηλικίας  $x$  έχει την ίδια πιθανότητα τόσο να ζήσει  $\lambda$  χρόνια ακόμα (και να φτάσει στην αρχή της ηλικίας  $x + \lambda$ ) όσο και να πεθάνει στα προσεχή  $\lambda$  χρόνια (δηλαδή στο διάστημα  $x$  ως  $x + \lambda$ ). Η τιμή αυτή του  $\lambda$  καλείται **πιθανή ζωή** (Γ. Βερροπούλου, 2015).

### 1.2.1 Επιπολασμός και επίπτωση (prevalence and incidence)

Στην επιδημιολογία, ο **επιπολασμός** είναι η αναλογία ενός συγκεκριμένου πληθυσμού που διαπιστώνεται ότι επηρεάζεται από μία ιατρική κατάσταση (συνήθως μία ασθένεια ή ένα παράγοντα κινδύνου όπως το κάπνισμα ή την μη χρήση της ζώνης ασφαλείας). Προκύπτει από την διαίρεση του αριθμού των ατόμων που βρέθηκαν να έχουν την κατάσταση προς το συνολικό αριθμό των ατόμων που μελετήθηκαν. Εκφράζεται συνήθως ως κλάσμα, ως ποσοστό ή ως αριθμός περιπτώσεων ανά 10.000 ή 100.000 άτομα. Είναι ο συνολικός αριθμός περιπτώσεων μιας ιατρικής κατάστασης σε μία συγκεκριμένη περιοχή κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης χρονικής περιόδου (Βικιπαίδεια, 2020).

Ο **επιπολασμός** μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές περιπτώσεις ανάλογα με τις συνθήκες που υπάρχουν και με το τι ψάχνουμε να βρούμε. Δηλαδή υπάρχει ο:

- 1) **Επιπολασμός περιόδου (period prevalence)** ο οποίος είναι το ποσοστό του πληθυσμού που φέρει μια συγκεκριμένη ασθένεια ή κατάσταση σε οποιαδήποτε στιγμή μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να αναφέρεται στον αριθμό των ατόμων ενός πληθυσμού που κρυολόγησαν κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου 2020-2021. Εκφράζεται ως ποσοστό του πληθυσμού και αποδίδεται από τον ακόλουθο τύπο :

$$\frac{\text{Αριθμός κρουσμάτων σε δεδομένη χρονική περίοδο}}{\text{Μέγεθος πληθυσμού κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου}}$$

- 2) **Σημειακός επιπολασμός (point prevalence)** είναι το ποσοστό των ατόμων σε ένα πληθυσμό που φέρουν την νόσο ή την κατάσταση σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή (συνήθως ένα μήνα ή λιγότερο). Είναι σαν ένα στιγμιότυπο της νόσου στον χρόνο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως στατιστικό στοιχείο σχετικά με την εμφάνιση χρόνιων ασθενειών. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τον επιπολασμό περιόδου, ο οποίος είναι ένα μέτρο του ποσοστού των ανθρώπων σε έναν πληθυσμό που έχουν μια ασθένεια ή κατάσταση για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο, π.χ. μία εποχή ή ένα έτος. Ο σημειακός επιπολασμός μπορεί να αποδοθεί από τον τύπο :

$$\frac{\text{Αριθμός υφιστάμενων κρουσμάτων σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή}}{\text{Μέγεθος πληθυσμού κατά την χρονική αυτή στιγμή}}$$

**3) Ισόβιος επιπολασμός (lifetime prevalence)** είναι το ποσοστό των ατόμων σε έναν πληθυσμό που σε κάποιο σημείο της ζωής τους (μέχρι τη στιγμή της αξιολόγησης) έχουν βιώσει την εν λόγω “κατάσταση”, π.χ. μια ασθένεια, ένα τραυματικό συμβάν ή μια συμπεριφορά, όπως το κάπνισμα. Συχνά, ο ετήσιος επιπολασμός (ή κάποιο άλλο είδος “επιπολασμού περιόδου”) παρέχεται σε συνδυασμό με τον ισόβιο επιπολασμό. Ο ισόβιος κίνδυνος νοσηρότητας είναι το ποσοστό ενός πληθυσμού που μπορεί να προσβληθεί από μια δεδομένη ασθένεια σε οποιαδήποτε ασθένεια σε οποιαδήποτε στιγμή της ζωής του (Βικιπαίδεια, 2020).

### Σύγκριση με επίπτωση:

Ο **επιπολασμός** διαφέρει από την **επίπτωση**, που είναι το μέτρο των νέων κρουσμάτων τα οποία εμφανίζονται σε ένα πληθυσμό κατά την διάρκεια δεδομένης χρονικής περιόδου (μήνας, έτος κτλ.), ενώ ο επιπολασμός αναφέρεται στον συνολικό αριθμό κρουσμάτων που υπάρχουν σε ένα συγκεκριμένο πληθυσμό σε μια δεδομένη χρονική στιγμή. Η διαφορά μεταξύ επιπολασμού και επίπτωσης συνοψίζεται ως εξής: ο επιπολασμός απαντάει στην ερώτηση “Πόσοι άνθρωποι έχουν την ασθένεια αυτή τη στιγμή?” ή “Πόσοι άνθρωποι είχαν αυτή την νόσο κατά την διάρκεια αυτή της χρονικής περιόδου?” και η επίπτωση απαντάει στην ερώτηση “Πόσες νέες εμφανίσεις της νόσου υπήρξαν κατά την διάρκεια αυτής της χρονικής περιόδου?”. Για τις χρόνιες ασθένειες, όπως το AIDS, η εκτίμηση του φόρτου νοσηρότητας απαιτεί γνώση και του επιπολασμού και της επίπτωσης, ενώ για τις οξείες ασθένειες, όπως η ανεμοβλογιά, η επίπτωση αρκεί για την εκτίμηση του φόρτου νοσηρότητας (Βικιπαίδεια, 2020).

### 1.2.2 P-score

Ένα μέτρο που είναι πιο συγκρίσιμο μεταξύ των χωρών είναι η βαθμολογία P, η οποία υπολογίζει την υπερβολική θνησιμότητα ως την ποσοστιαία διαφορά μεταξύ του αριθμού των θανάτων το 2020-2021 και του μέσου αριθμού των θανάτων την ίδια περίοδο-εβδομάδα ή μήνα- για έτη 2015-2019.

$$P - score = \frac{(Deaths_{Period\#2020-2021} - Average\ Deaths_{Period\#2015-2019})}{Average\ Deaths_{Period\#2015-2019}} * 100$$

Για παράδειγμα, εάν μια χώρα είχε βαθμολογία P100% σε μια δεδομένη εβδομάδα το 2020, αυτό θα σήμαινε ότι ο αριθμός θανάτων για αυτήν την εβδομάδα ήταν 100% υψηλότερος (κατά δύο φορές δηλαδή) ο μέσος αριθμός θανάτων την ίδια εβδομάδα κατά τη διάρκεια τα προηγούμενα πέντε χρόνια.

Ενώ η βαθμολογία P είναι ένα χρήσιμο μέτρο, έχει επίσης περιορισμούς. Για παράδειγμα, ο μέσος αριθμός πενταετών θανάτων μπορεί να είναι ένα σχετικά ακατέργαστο μέτρο των αναμενόμενων θανάτων, επειδή δεν λαμβάνει υπόψη τις τάσεις στο μέγεθος του πληθυσμού ή τη θνησιμότητα (Our World In Data, 2021).

### **1.3 Γενικές πληροφορίες χωρών**

Θα ακολουθήσουν κάποιες γενικές πληροφορίες σχετικά με την έκταση, τον πληθυσμό και το σύστημα υγείας κάθε χώρας που μελετάμε.

#### **Φινλανδία (Finland)**

Η Φινλανδία είναι χώρα της βόρειας Ευρώπης. Βρίσκεται ανάμεσα στη Σουηδία, τη Νορβηγία, τη Ρωσία και τη Βαλτική θάλασσα. Έχει έκταση 338.145 τετραγωνικά χιλιόμετρα και πληθυσμό 5.525.292 κατοίκους. Πρωτεύουσα του κράτους είναι το Ελσίνκι και η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη και αστική περιοχή είναι το Τάμπαρε, το οποίο βρίσκεται περίπου 180 χιλιόμετρα βόρεια του Ελσίνκι.

Στη Φινλανδία, κυρίαρχο ρόλο στην υγεία διαδραματίζουν οι δήμοι οι οποίοι συχνά διοικούν νοσοκομεία, κέντρα υγείας και άλλα ιδρύματα. Οι πηγές χρηματοδότησης όλων αυτών προέρχονται, κυρίως, από τον κρατικό προϋπολογισμό και το είδος των προμηθευτών έχει δημόσιο χαρακτήρα (Βικιπαίδεια, 2021).

#### **Δανία (Denmark)**

Η Δανία είναι μια χώρα που βρίσκεται στη Σκανδιναβία, στη βόρεια Ευρώπη. Συνορεύει από ξηράς μόνο με τη Γερμανία, ενώ από θάλασσης γειτνιάζει με τη Σουηδία, τη Νορβηγία, τη Βόρεια Θάλασσα και τη Βαλτική. Έχει έκταση 42,993 τετραγωνικά χιλιόμετρα και πληθυσμό 5.822.763 κατοίκους.

Σχετικά με το σύστημα υγείας της Δανίας, η νοσοκομειακή περίθαλψη παρέχεται από νοσηλευτικά ιδρύματα, τα οποία διοικούνται από τις κομητείες. Παρόμοιο μοντέλο επικρατεί και σε άλλες σκανδιναβικές χώρες. Υπάρχει, επίσης, ένας μικρός αριθμός ιδιωτικών νοσοκομείων, τα οποία καλύπτουν το 1% της συνολικής δυναμικότητας της χώρας σε κρεβάτια.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η δανική κυβέρνηση διαδραματίζει έναν σχετικά περιορισμένο ρόλο στον τομέα της περίθαλψης. Βασικός της ρόλος είναι να ρυθμίζει, να συντονίζει και να παρέχει συμβουλές, να καθορίζει τους εθνικούς στόχους για την Υγεία και να διαμορφώνει το θεσμικό πλαίσιο. Διασφαλίζει, επίσης, την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών και αποδέχεται τα παράπονα των πολιτών. Οι πηγές χρηματοδότησης τους είναι κυρίως από τον κρατικό προϋπολογισμό και το είδος των προμηθευτών έχει κυρίως δημόσιο χαρακτήρα (Βικιπαίδεια, 2021).

### **Ιταλία (Italy)**

Η Ιταλία αποτελείται από μία χερσόνησο σε σχήμα μπότας και δύο μεγάλα νησιά στη Μεσόγειο Θάλασσα: τη Σικελία και τη Σαρδηνία. Βόρεια συνορεύει με την Ελβετία και την Αυστρία, δυτικά με τη Γαλλία και ανατολικά με τη Σλοβενία. Έχει έκταση 301.340 τετραγωνικά χιλιόμετρα και πληθυσμό 59.641.488 κατοίκους.

Το ιταλικό σύστημα υγείας μέχρι το 1943, βασίζεται στην υποχρεωτική ασφάλιση υγείας. Στη συνέχεια, το 1978 εγκαθιδρύεται το Εθνικό Σύστημα Υγείας με τον ιδρυτικό νόμο 833/1978 ακολουθώντας τη διαδρομή άλλων μεσογειακών χωρών, όπως της Ισπανίας και της Πορτογαλίας, οι οποίες υιοθετούν την ίδια χρονική περίοδο το μοντέλο Beveridge. Σύμφωνα με το άρθρο 32 του ιταλικού Συντάγματος, το 1948 στόχος και ευθύνη του ιταλικού κράτους αποτελεί η διασφάλιση της υγείας κάθε πολίτη ως ατομικού αγαθού και κοινωνικού κεκτημένου καθώς και η ελεύθερη πρόσβαση κάθε Ιταλού υπηκόου στις υπηρεσίες υγείας. Σύμφωνα με τον ιδρυτικό νόμο, οι αρχές του ιταλικού συστήματος υγείας αποτελούν: η ανθρώπινη αξιοπρέπεια, η προστασία, η ανάγκη, η αλληλεγγύη, η αποδοτικότητα και η αποτελεσματικότητα, η ισότητα.

Οι πηγές χρηματοδότησής τους είναι κυρίως από τον κρατικό προϋπολογισμό και το είδος των προμηθευτών έχουν κυρίως δημόσιο χαρακτήρα (Βικιπαίδεια, 2021).



## **Βέλγιο (Belgium)**

Το Βέλγιο, όπως τυπικά ονομάζεται «Βασίλειο του Βελγίου» είναι χώρα στη βορειοδυτική Ευρώπη που συνορεύει με την Ολλανδία, τη Γερμανία, το Λουξεμβούργο και τη Γαλλία. Έχει έκταση 30.528 τετραγωνικά χιλιόμετρα και πληθυσμό 11.522.440 κατοίκους.

Το Βελγικό σύστημα υγείας είναι ένα από τα καλύτερα στον κόσμο. Το Βέλγιο παρέχει δωρεάν ή επιδοτούμενη περίθαλψη υγείας από τη γέννηση μέχρι την ηλικία των 18 ετών σε παιδιά όλων των κατοίκων με ασφάλιση υγείας. Οι παροχές υγείας τείνουν προς το καλύτερο χρόνο με το χρόνο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα προς αυτή την κατεύθυνση είναι η μείωση της παιδικής θνησιμότητας, καθώς και η θανάσιμη κατάληξη σε περιστατικά εγκεφαλικών, ανακοπών ή ακόμα και καρκίνου. Τα μειονεκτήματα εντοπίζονται κυρίως στην χρηματοδότηση ή σε λοιπές παροχές προς το κοινό.

Πηγές χρηματοδότησής του είναι κυρίως από την κοινωνική ασφάλιση και το είδος των προμηθευτών έχει δημόσιο και ιδιωτικό χαρακτήρα (Βικιπαίδεια, 2021).

## **Ελλάδα (Greece)**

Η Ελλάδα (στην καθαρεύουσα Έλλάς), με επίσημη συνταγματική ονομασία Ελληνική Δημοκρατία, είναι χώρα της νοτιοανατολικής Ευρώπης στο νοτιότερο άκρο της Βαλκανικής χερσονήσου. Συνορεύει στα βορειοδυτικά με την Αλβανία, στα βόρεια με τη Βόρεια Μακεδονία και τη Βουλγαρία και στα βορειοανατολικά με την Τουρκία. Έχει έκταση 132.049 τετραγωνικά χιλιόμετρα και πληθυσμό 10.718.565 κατοίκους.

Το Εθνικό Σύστημα Υγείας (ΕΣΥ) ιδρύθηκε το 1983 από την πρώτη Κυβέρνηση Ανδρέα Παπανδρέου στα πλαίσια μεταρρύθμισης και αναβάθμισης της δημόσιας υγείας και της λειτουργικής ενοποίησης των δημόσιων υποδομών περίθαλψης. Σκοπός του είναι η ιατροφαρμακευτική και νοσηλευτική κάλυψη των αναγκών του ελληνικού πληθυσμού και όσων διαμένουν στην Ελλάδα, μέσω της παροχής δωρεάν υπηρεσιών.

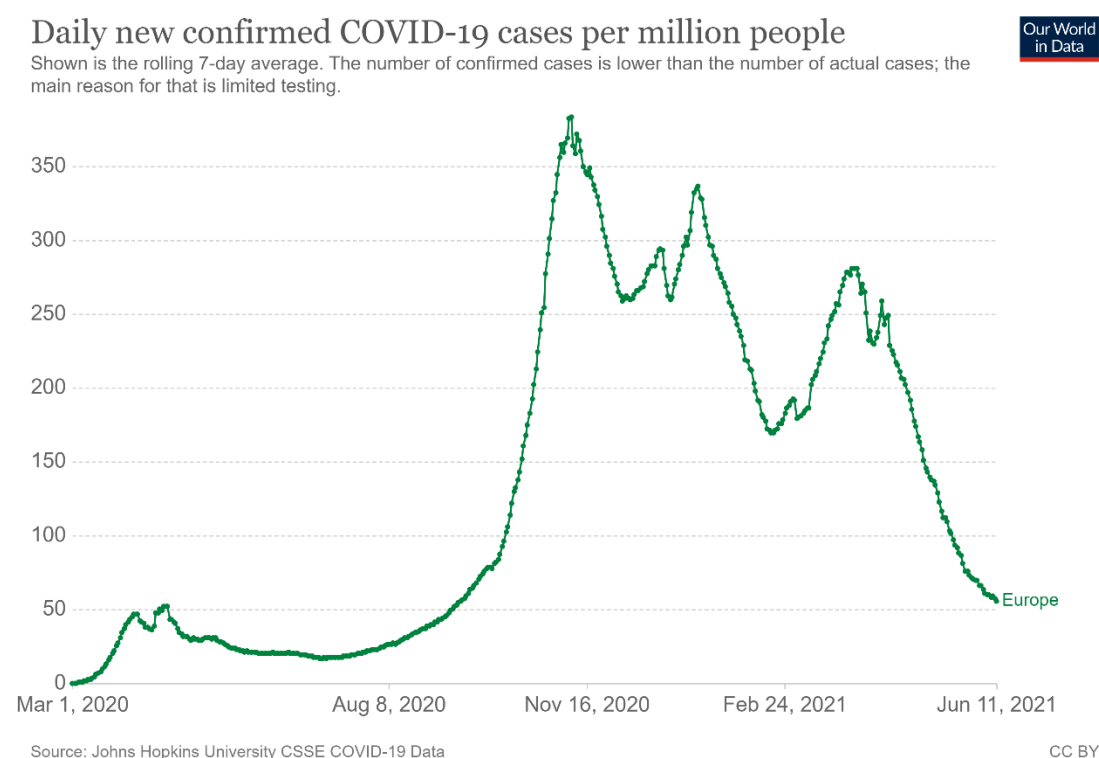
Οι υπηρεσίες υγείας οφείλουν να παρέχονται απρόσκοπτα και ισότιμα σε όλους τους πολίτες ανεξάρτητα από την οικονομική, κοινωνική και επαγγελματική τους κατάσταση μέσα από ένα ενιαίο και αποκεντρωμένο Εθνικό Σύστημα Υγείας.

Αιχμή του συστήματος ήταν η δημιουργία Κέντρων Υγείας, περιφερειακών και νομαρχιακών Νοσοκομείων στην Ελλάδα. Η μεταρρύθμιση αυτή εισήχθη με το νόμο 1397/83 (Βικιπαίδεια, 2021).

## 1.4 Ο COVID-19 στην Ευρώπη

Σε αυτή την ενότητα, θα γίνει αναφορά σε συλλογικό ευρωπαϊκό επίπεδο σχετικά με τα επιβεβαιωμένα κρούσματα, τους επιβεβαιωμένους θανάτους, το ποσοστό θνησιμότητας περιστατικών και τους ανθρώπους που εμβολιάστηκαν πλήρως. Για αυτό το σκοπό θα παρουσιαστούν διαγράμματα (από Our World In Data) και σχολιασμοί για αυτά (από 29-01-2020 έως 28-02-2021).

### 1.4.1 Επιβεβαιωμένα κρούσματα

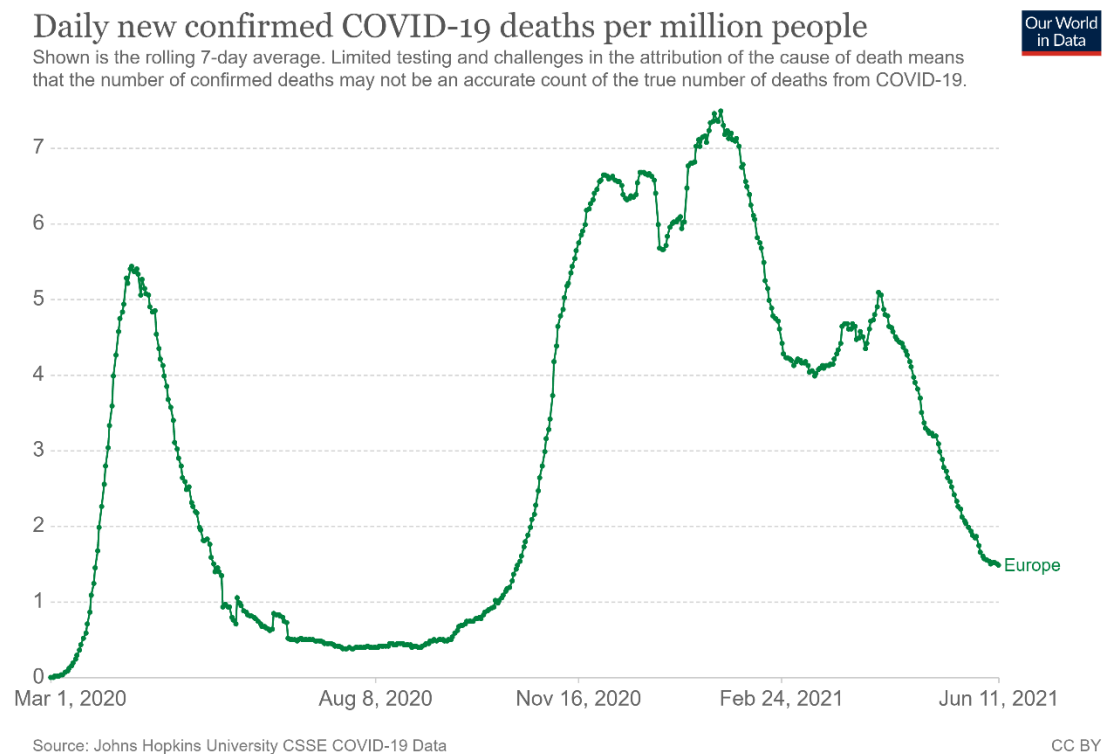


Διάγραμμα 1.2

Βλέποντας το διάγραμμα, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι τα επιβεβαιωμένα κρούσματα άρχισαν να αυξάνονται με έντονο ρυθμό από τις 9 Σεπτεμβρίου 2020 και μετά. Αυτό σημαίνει ότι κατά τους πρώτους μήνες, επειδή ήταν πρωτόγνωρη κατάσταση αλλά και

λόγω των περιορισμένων τεστ δοκιμών, η επίδραση του COVID-19 ήταν πιο ήπια. Επιπροσθέτως, στις 7 Νοεμβρίου 2020 παρατηρείται ο μέγιστος αριθμός επιβεβαιωμένων κρουσμάτων, ενώ από εκεί και έπειτα σημειώνονται μικρές αυξομειώσεις του αριθμού αυτού.

### 1.4.2 Επιβεβαιωμένοι θάνατοι



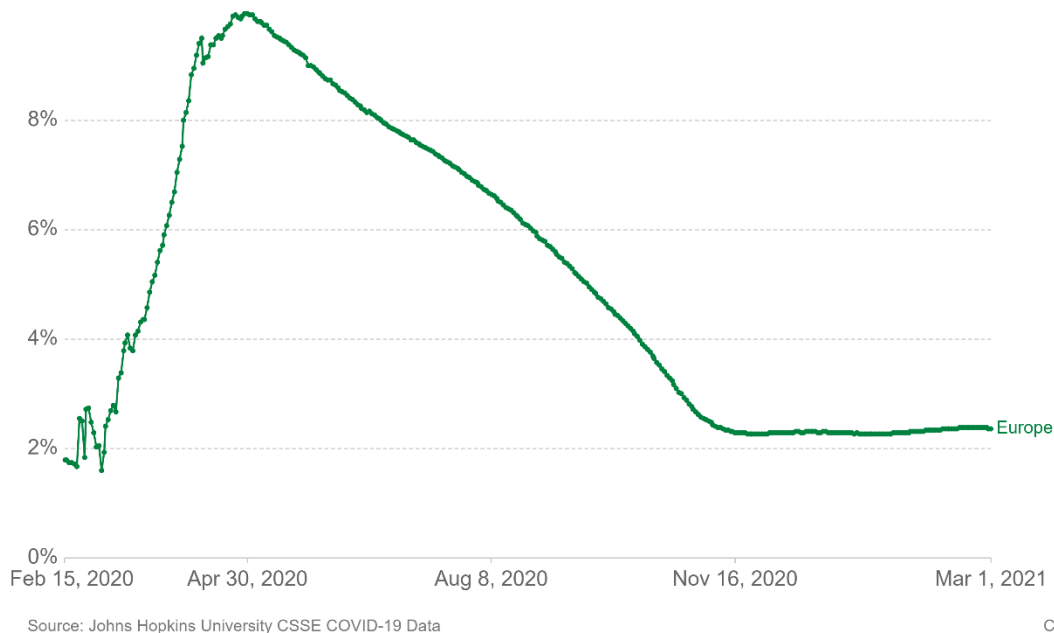
Διάγραμμα 1.3

Με βάση το παραπάνω διάγραμμα, συμπεραίνουμε ότι από τον δεύτερο μόλις μήνα, δηλαδή τον Φεβρουάριο του 2020 παρόλο που ο αριθμός κρουσμάτων ήταν πάρα πολύ μικρός, ο αριθμός των επιβεβαιωμένων θανάτων ήταν πολύ μεγάλος. Από εκεί και έπειτα παρατηρείται έντονη πτώση που παραμένει σχετικά σταθερός κατά τους μήνες του καλοκαιριού αλλά και τον μήνα Σεπτέμβριο του 2020. Αντιθέτως, από τις αρχές του Οκτωβρίου του 2020 σημειώνεται αυξημένος αριθμός επιβεβαιωμένων θανάτων μέχρι και τις 24 Ιανουαρίου του 2021 που φτάνει στον μεγαλύτερο ποσοστό.

### 1.4.3 Ποσοστό θνησιμότητας περιστατικών

#### Case fatality rate of the ongoing COVID-19 pandemic

The Case Fatality Rate (CFR) is the ratio between confirmed deaths and confirmed cases. During an outbreak of a pandemic the CFR is a poor measure of the mortality risk of the disease. We explain this in detail at [OurWorldInData.org/Coronavirus](https://OurWorldInData.org/Coronavirus)



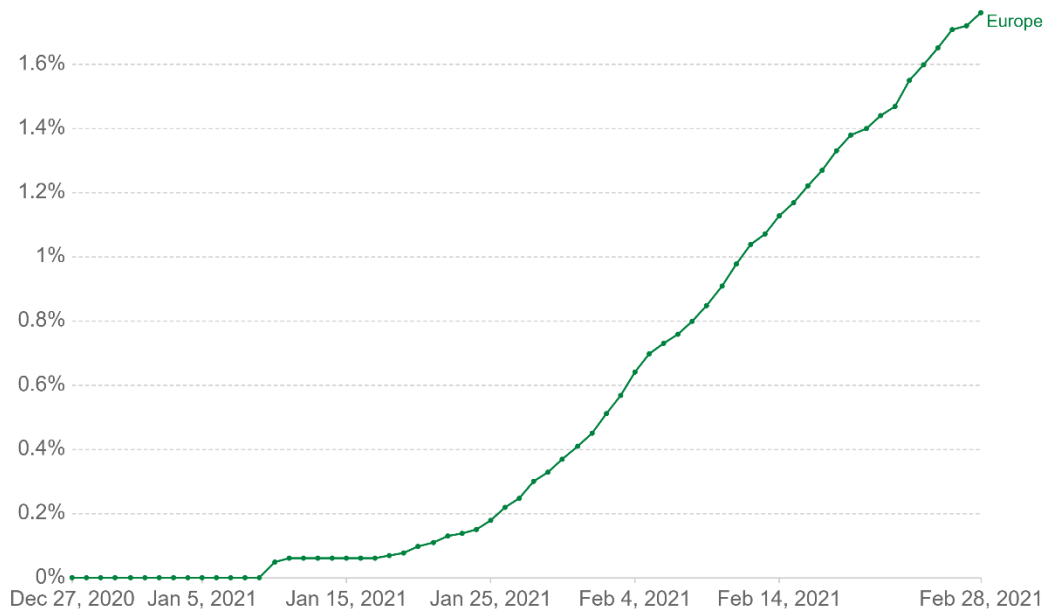
Διάγραμμα 1.4

Το διάγραμμα αναφέρεται στην χρονική περίοδο: 15 Φεβρουαρίου του 2020 έως 28 Φεβρουαρίου του 2021. Συμπεραίνουμε ότι ξεκινάει μία απότομη αύξηση του αριθμού του ποσοστού θνησιμότητας περιστατικών και στη 1 Μαΐου σημειώνεται η μέγιστη τιμή του αριθμού αυτού. Από εκεί και έπειτα υπάρχει μεγάλη μείωση. Αυτό οφείλεται στην καλύτερη αντιμετώπιση του ιού σε ατομικό αλλά και σε συλλογικό επίπεδο, καθώς τα συστήματα υγείας κάθε χώρας μπορεί να έχουν βελτιωθεί και προετοιμαστεί καταλλήλως.

#### 1.4.4 Εμβολιασμένοι πλήρως

##### Share of the population fully vaccinated against COVID-19

Share of the total population that have received all doses prescribed by the vaccination protocol. This data is only available for countries which report the breakdown of doses administered by first and second doses.



Source: Official data collated by Our World in Data

CC BY

Διάγραμμα 1.5

Την χρονική περίοδο στην οποία αναφέρεται το παραπάνω διάγραμμα, δηλαδή 27 Δεκεμβρίου του 2020 έως 28 Φεβρουαρίου του 2021 παρατηρείται ότι από την περίοδο που εμφανίστηκε ο μεγαλύτερος αριθμός κρουσμάτων και θανάτων (βάσει των παραπάνω διαγραμμάτων) και μετά σημειώνεται αύξηση των εμβολιασμένων ατόμων και συγκεκριμένα αυτών που εμβολιάστηκαν πλήρως.

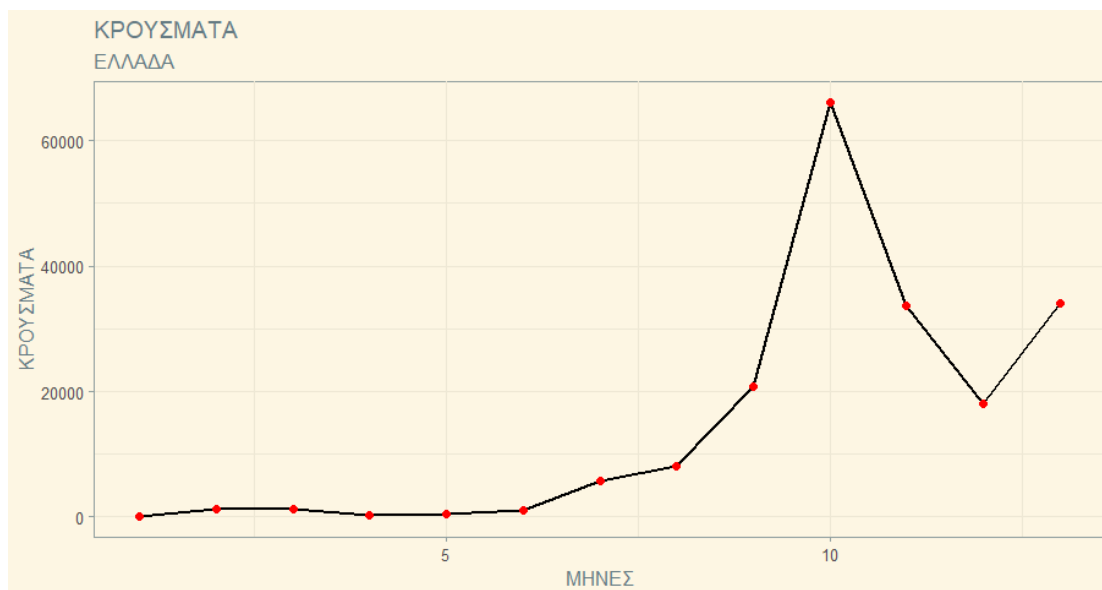
## Κεφάλαιο 2

Όπως κάθε ανάλυση στοιχείων, έτσι και η παρακάτω, ξεκίνησε με συλλογή δεδομένων σε γνωστές, και μη, ευρωπαϊκές ιστοσελίδες στατιστικού ενδιαφέροντος, όπως Eurostat, WHO, ourworldindata. Στα προγράμματα Excel και R έγινε η επεξεργασία των δεδομένων και διαμορφώθηκαν καταλλήλως και με τέτοιο τρόπο για να πραγματοποιηθούν οι επόμενες αναλύσεις. Συλλέγοντας όλα τα στοιχεία μας για τα κρούσματα, τους θανάτους και την υπερβάλλουσα θνησιμότητα είναι πολύ ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε πώς κατανέμονται χρονικά και στην συνέχεια να συγκρίνουμε μεταξύ τους τις επιμέρους πορείες της πανδημίας στις χώρες ενδιαφέροντος. Οι χώρες που επιλέχθηκαν είναι οι εξής: Ιταλία, Δανία, Βέλγιο, Φινλανδία και Ελλάδα.

Βλέπουμε πως η επιλογή των χωρών έγινε στρατηγικά, καθώς έτσι καλύπτεται το σύνολο της Ευρώπης, έχοντας βόρειες, κεντρικές και νότιες χώρες. Επίσης, οι μήνες που μας απασχολούν είναι από τον μήνα Φεβρουάριο του 2020 έως και Φεβρουάριο του 2021.

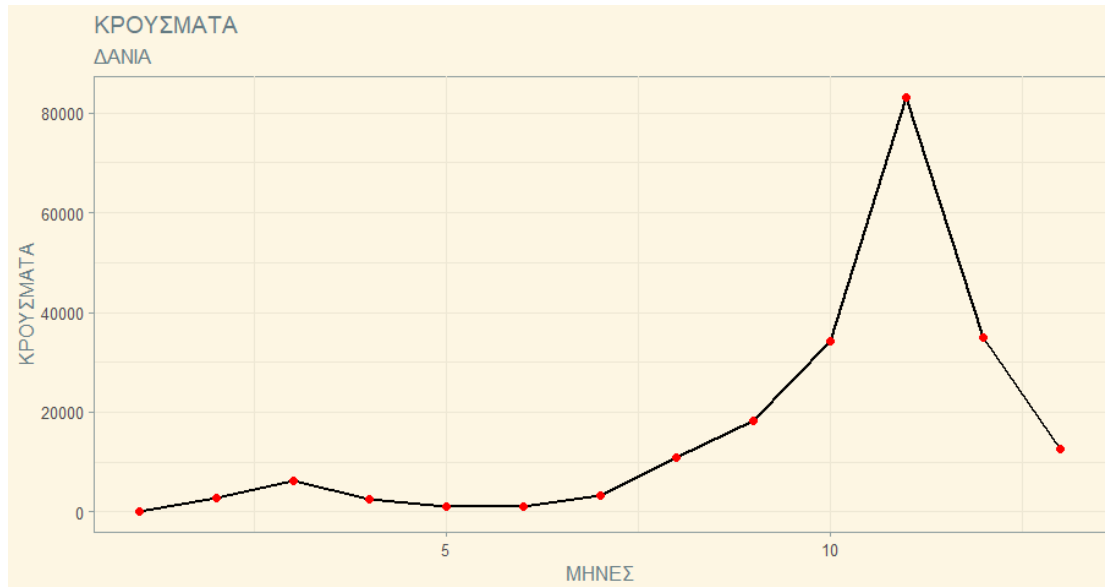
### 2.1 Κρούσματα

Στα επόμενα γραφήματα, βλέπουμε, ξεχωριστά, τα κρούσματα που εμφανίζονται κάθε μήνα στις αντίστοιχες χώρες.



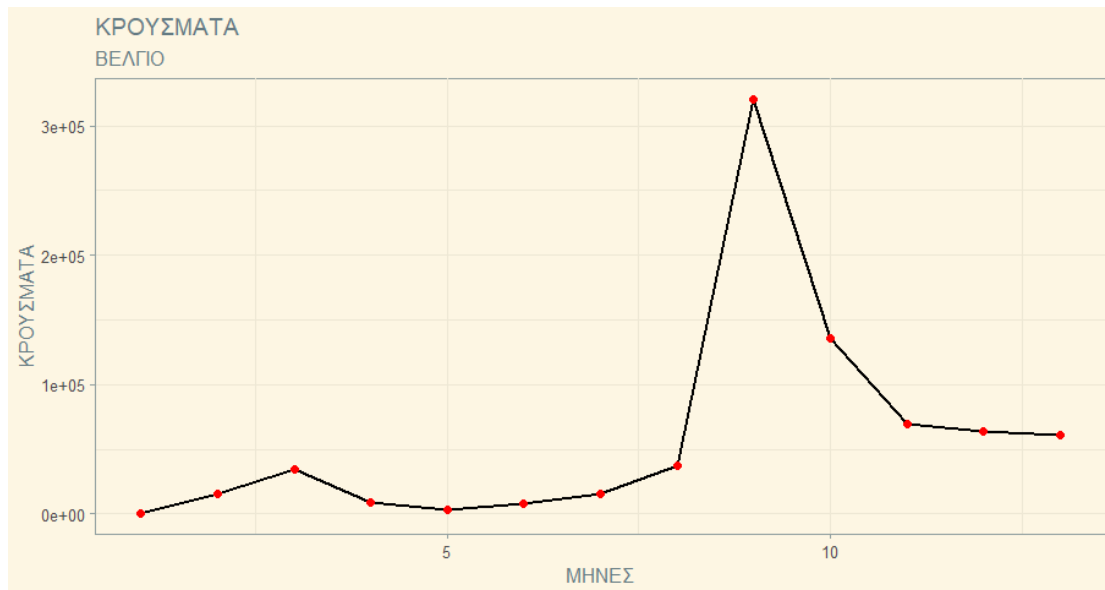
Διάγραμμα 2.1

Παρατηρούμε πως η Ελλάδα κατάφερε να ανταπεξέλθει πολύ ικανοποιητικά και άμεσα στο πρώτο κύμα της πανδημίας χωρίς να υπερβαίνει τα 1500 κρούσματα μηνιαίως. Όμως, με γοργούς ρυθμούς κατά το πέρας του καλοκαιριού με τοπικό μέγιστο στον μήνα Νοέμβριο στα 66.020 κρούσματα βλέπουμε πως υπέφερε σε σχέση με τον πληθυσμό της. Αυτό θα διερευνηθεί καλύτερα στην συνέχεια.



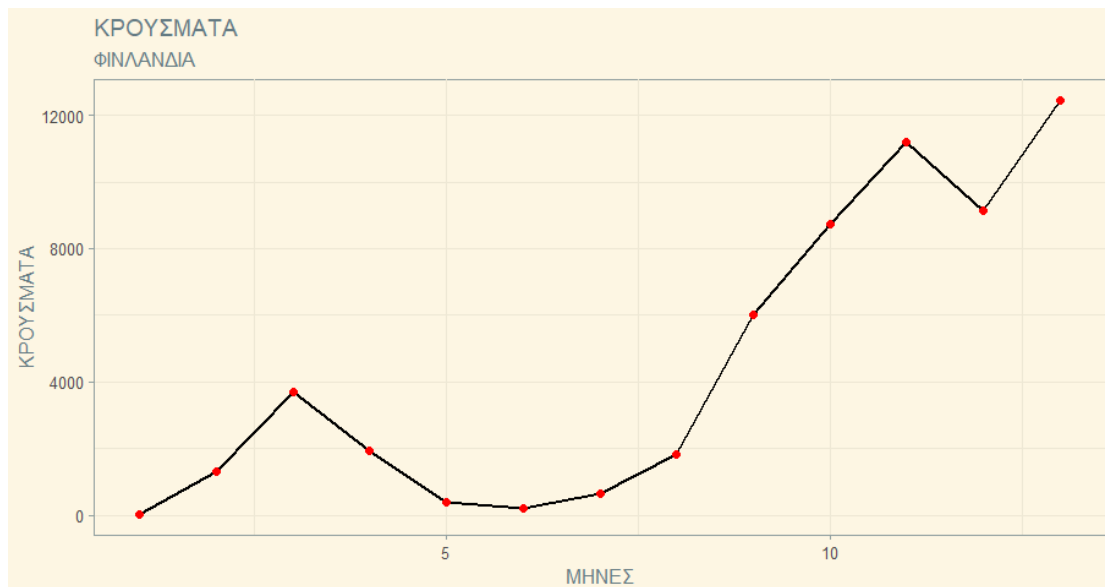
Διάγραμμα 2.2

Στην Δανία, μπορούμε να παρατηρήσουμε μία παρόμοια κατανομή των κρουσμάτων σε α' και β' κύμα της πανδημίας έχοντας, όμως, διαφορά κατά ένα μήνα στο μέγιστο του δεύτερου κύματος της πανδημίας και, επίσης, παρατηρείται μείωση των κρουσμάτων στο τέλος του διαγράμματος.



Διάγραμμα 2.3

Σε αντίθεση με την Δανία, εδώ, είναι εμφανές πως τα κρούσματα αυξομειώνουν πιο ωρίς με μία φοβερή αύξηση στον μήνα Οκτώβριο που το Βέλγιο βρισκόταν στα 320.057 κρούσματα τα τετραπλάσια από τις δύο προηγούμενες χώρες που εξετάσαμε.

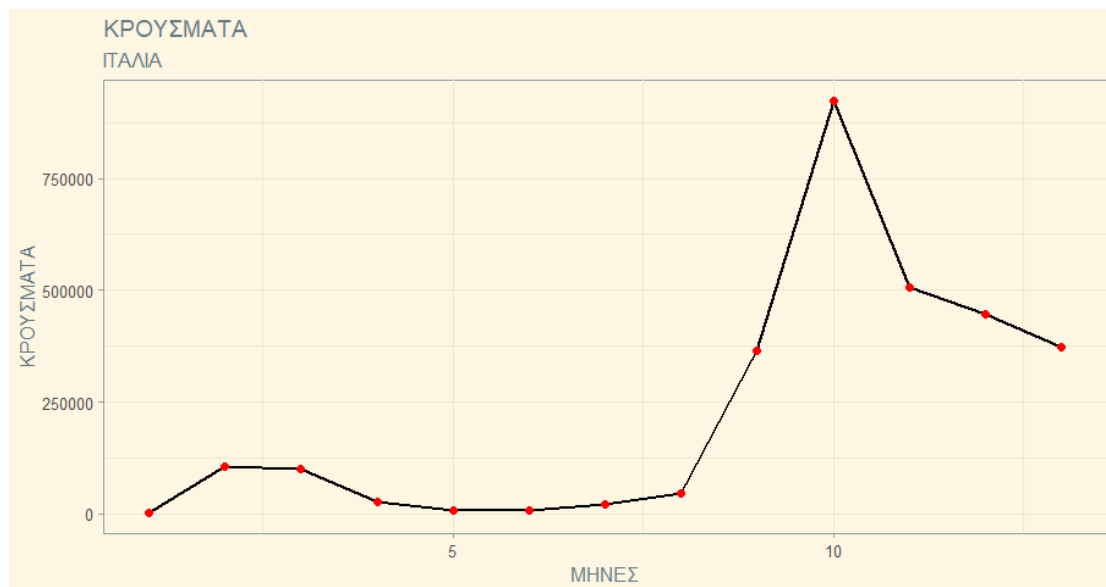


Διάγραμμα 2.4

Στο παρόν διάγραμμα, βλέπουμε την πορεία της Φινλανδίας, της πιο βόρειας χώρας, που κοιτώντας στον άξονα των κρουσμάτων είναι εμφανές πως κατέχει την καλύτερη θέση μεταξύ των χωρών με παρόμοια κρούσματα, κατά το πρώτο κύμα της πανδημίας.



Το ίδιο αποτυπώνεται και στο δεύτερο κύμα της πανδημίας με μόλις 12.434 στο τοπικό μέγιστο του διαγράμματος το οποίο βρίσκεται στον μήνα Φεβρουάριο του 2021. Οπότε φαίνεται ότι έχει παρόμοια μορφή με της Ελλάδας, καθώς παρατηρούμε ίδια αύξηση.

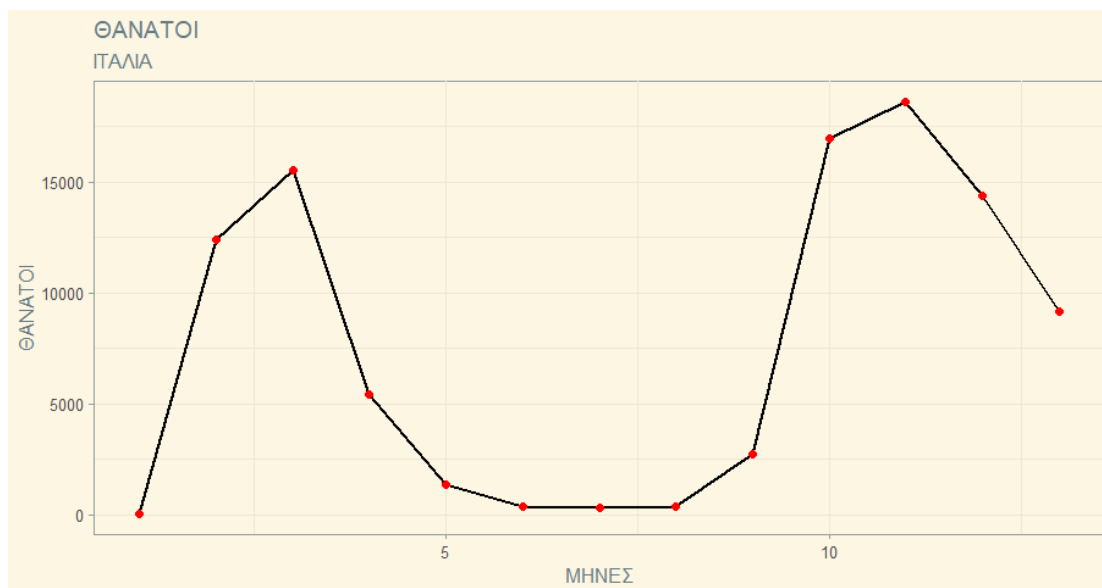


Διάγραμμα 2.5

Όπως γνωρίζουμε, είναι αρκετά αντιληπτή η μεγάλη διαφορά του μεγέθους των κρουσμάτων μεταξύ των χωρών. Συγκεκριμένα, η Ιταλία είναι από τις πρώτες χώρες που φέρει κρούσματα στην Ευρώπη φτάνοντας τον Νοέμβριο του 2020 τα 922.124. Ωστόσο, τα κρούσματα όλων των χωρών ακολουθούν ίδιο μοτίβο κατανομής.

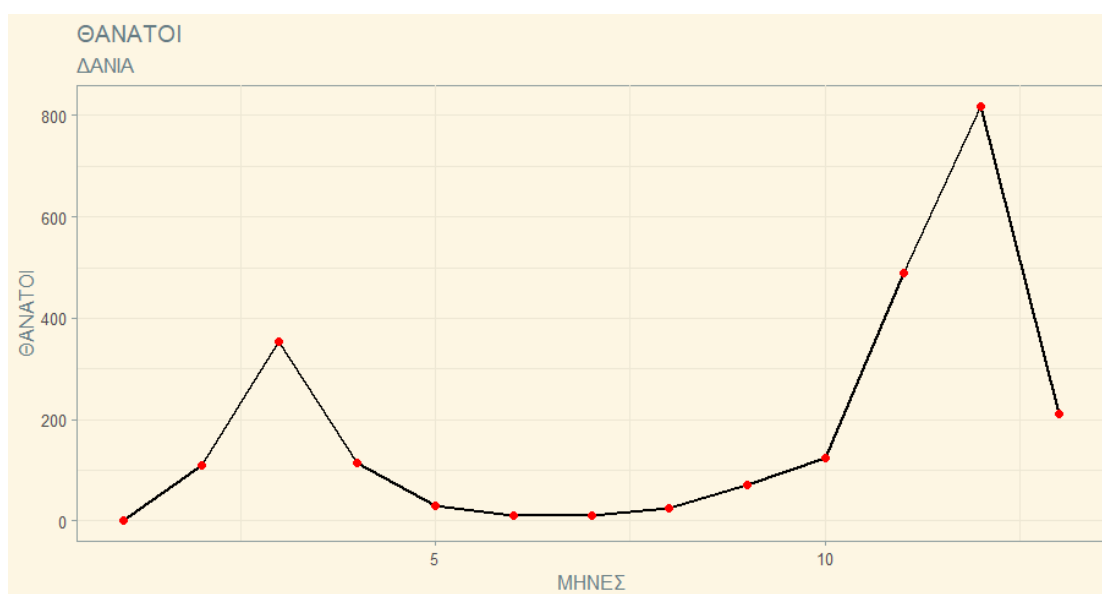
## 2.2 Θάνατοι

Συνεχίζοντας με τους θανάτους της ίδιας χρονικής περιόδου, προκύπτουν τα κάτωθι διαγράμματα.



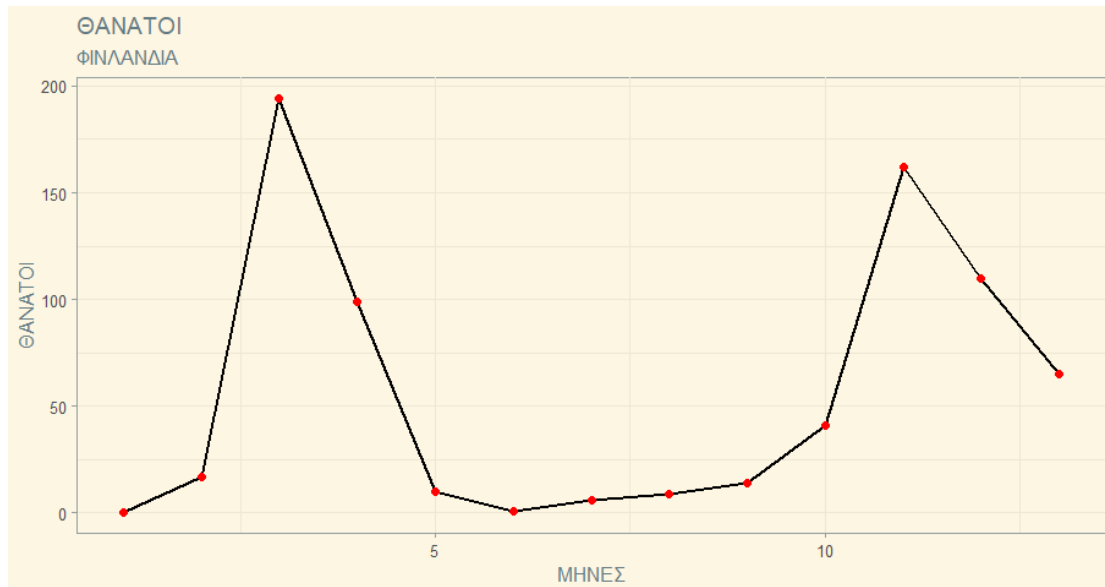
Διάγραμμα 2.6

Ξεκινώντας, με την Ιταλία, παρατηρούμε ραγδαία αύξηση από τον Φεβρουάριο στον Μάρτιο και από τον Οκτώβριο στον Νοέμβριο κατά τον ίδιο βαθμό, με τις μέγιστες τιμές των τοπικών ακροτάτων να είναι υψηλότερες κατά το δεύτερο κύμα της πανδημίας με την ανώτερη να φτάνει τα 18.583 τον Δεκέμβριο.



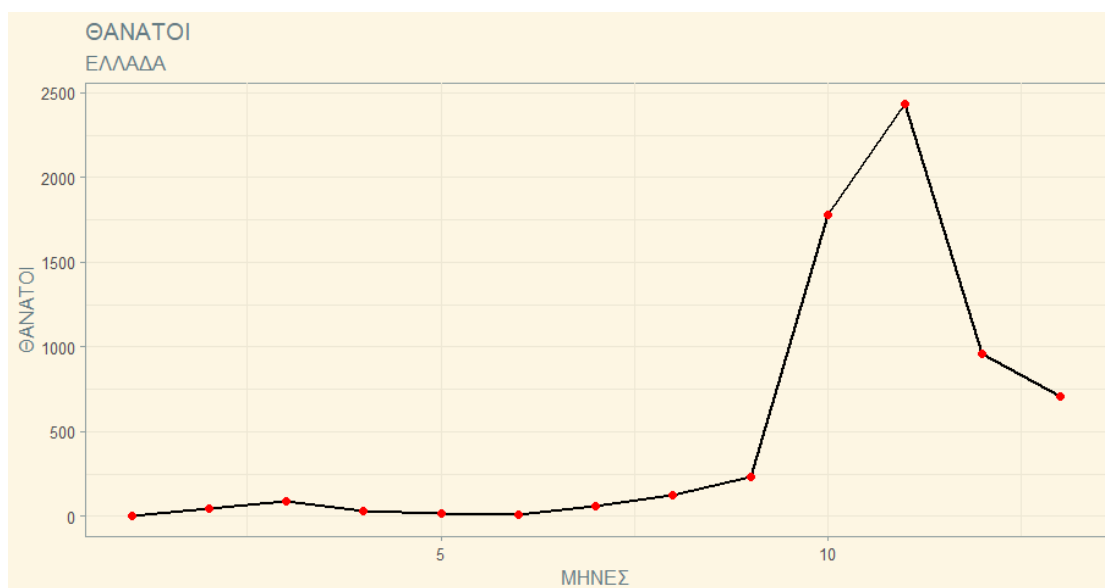
Διάγραμμα 2.7

Στην περίπτωση της Δανίας, συναντάμε έντονα το προηγούμενο μοτίβο των κρουσμάτων, περιορισμένες απώλειες κατά το πρώτο κύμα και μία πιο έντονη έξαρση κατά το δεύτερο. Αυτή όμως κατευνάζεται έντονα από το μέγιστο στον μήνα Ιανουάριο με 817 θανάτους στον Φεβρουάριο με 212.



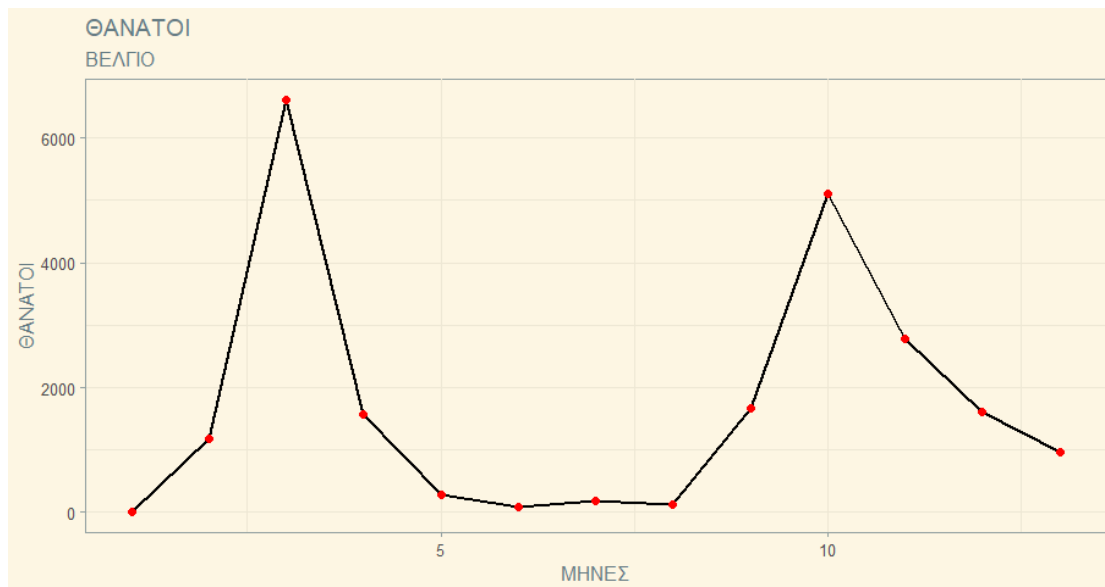
Διάγραμμα 2.8

Για την Φινλανδία, παρατηρούμε μία διαφορετική κατανομή. Οι περισσότεροι θάνατοι εμφανίζονται στο πρώτο κύμα της πανδημίας με μέγιστο τους 194. Αυτό το γεγονός προδίδει την πολύ καλή αντιμετώπιση του κορωνοϊού, για αυτό και υπήρχαν μικρά νούμερα συνολικά..



Διάγραμμα 2.9

Συνεχίζοντας, όσον αφορά την Ελλάδα, βλέπουμε μια ακόμα διαφορετική κατανομή με ελάχιστους θανάτους κατά το πρώτο κύμα λόγω της άριστης αντιμετώπισης. Στο δεύτερο κύμα, τα δεδομένα άλλαξαν καθώς τα κρούσματα ήταν πολλά κατά τους μήνες Νοέμβριο και Δεκέμβριο με τοπικά μέγιστα από 91 στους 2432 θανάτους. Έτσι είναι η χώρα με την μεγαλύτερη διαφορά στους θανάτους ανάμεσα στο πρώτο και δεύτερο κύμα.

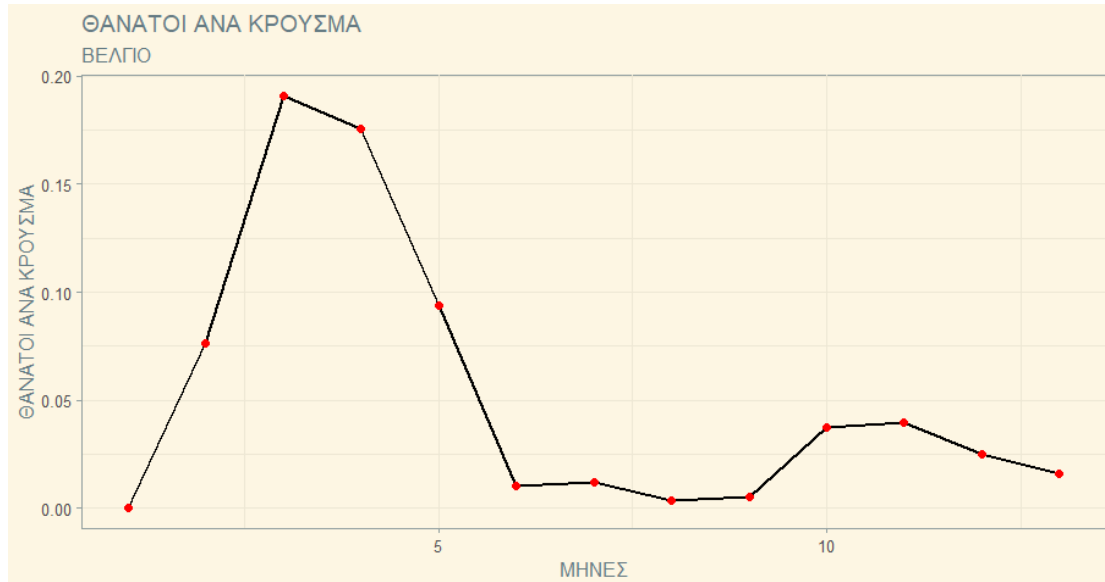


Διάγραμμα 2.10

Κλείνοντας με το Βέλγιο, έχουμε μία παρόμοια κατανομή με αυτήν της Φινλανδίας αλλά με πολύ μεγαλύτερα νούμερα, αγγίζοντας τους 6605 θανάτους, στο πρώτο κύμα και 5107, κατά το δεύτερο.

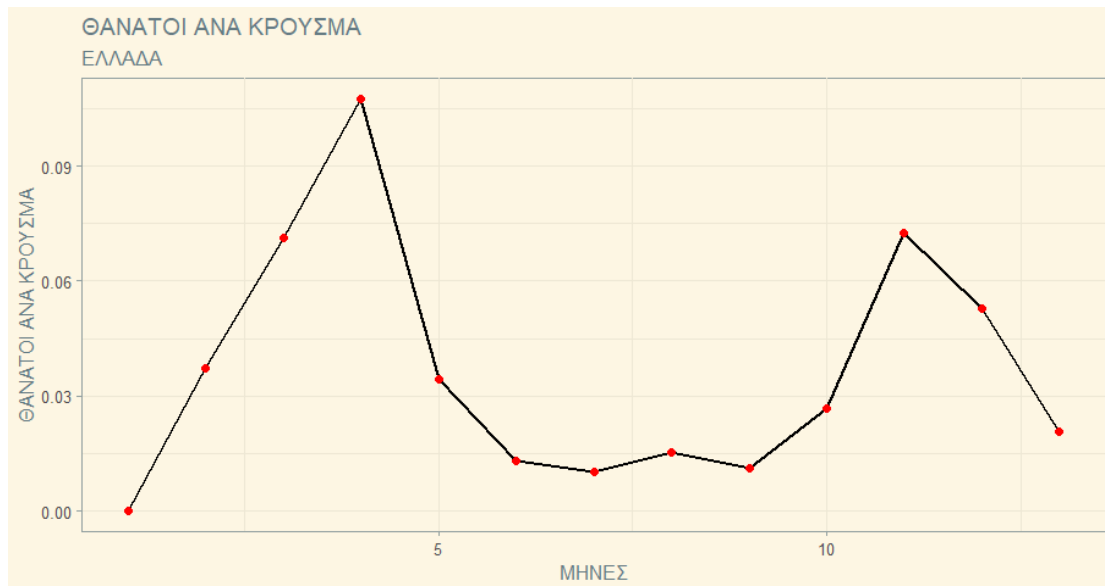
### 2.3 Θάνατοι ανά κρούσμα

Μία σημαντική πληροφορία είναι να βρούμε τους θανάτους που αντιστοιχούν σε κάθε κρούσμα. Έτσι θα έχουμε μία εικόνα για το σύστημα υγείας της εκάστοτε χώρας. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο της R.



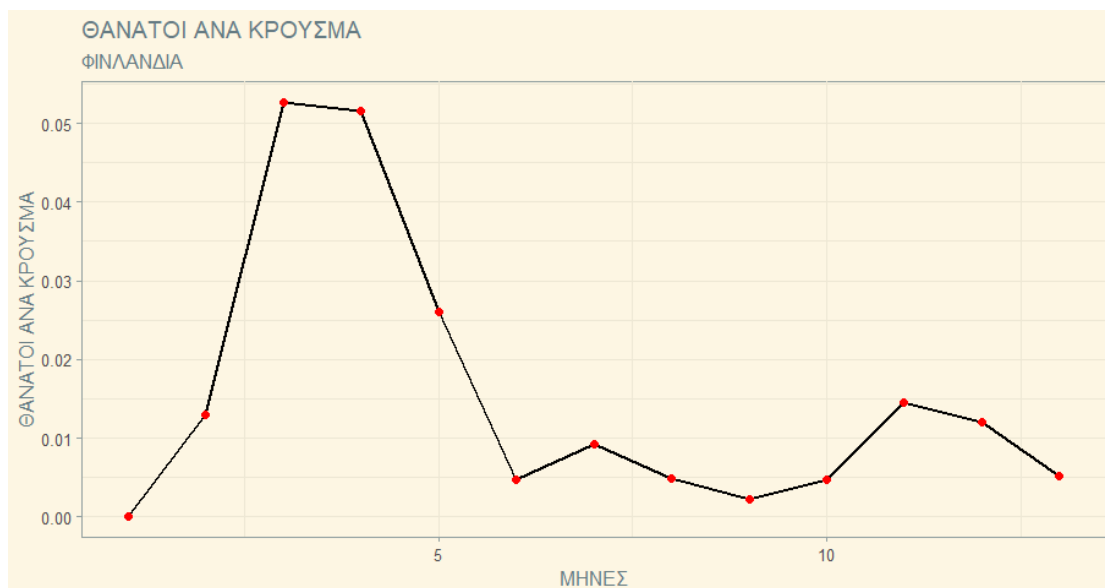
Διάγραμμα 2.11

Παρατηρούμε πως τον μήνα Απρίλιο, έχουμε την μέγιστη τιμή μας κοντά στο 0.19 που μεταφράζεται στο ότι σχεδόν ανά 5 κρούσματα υπήρχε 1 θάνατος. Το μοτίβο των δύο κυμάτων είναι και εδώ, εξίσου, φανερό. Υπάρχει, όμως, μεγάλη μείωση κατά το δεύτερο κύμα, αφού πλέον γνώριζαν πως, να γίνει διαχείριση της κατάστασης.



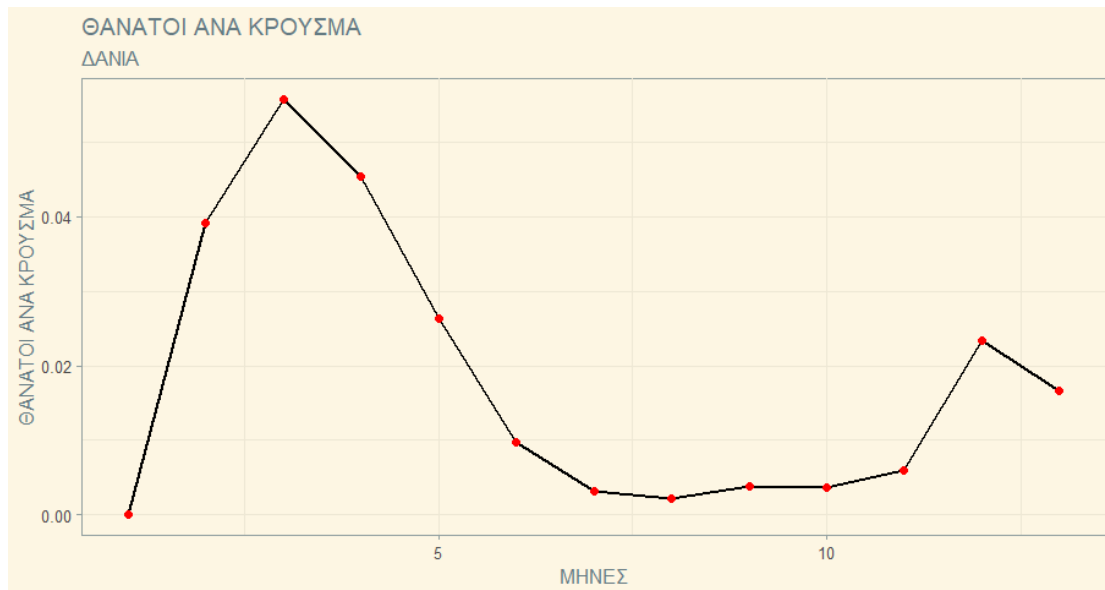
Διάγραμμα 2.12

Βλέπουμε πως σε αντίθεση με το Βέλγιο, η Ελλάδα έχει υψηλό δείκτη και κατά τα δύο κύματα της πανδημίας. Ωστόσο, αν και τα κρούσματα ήταν υψηλά, αυτή κατάφερε να διαχειριστεί καλά την κατάσταση.



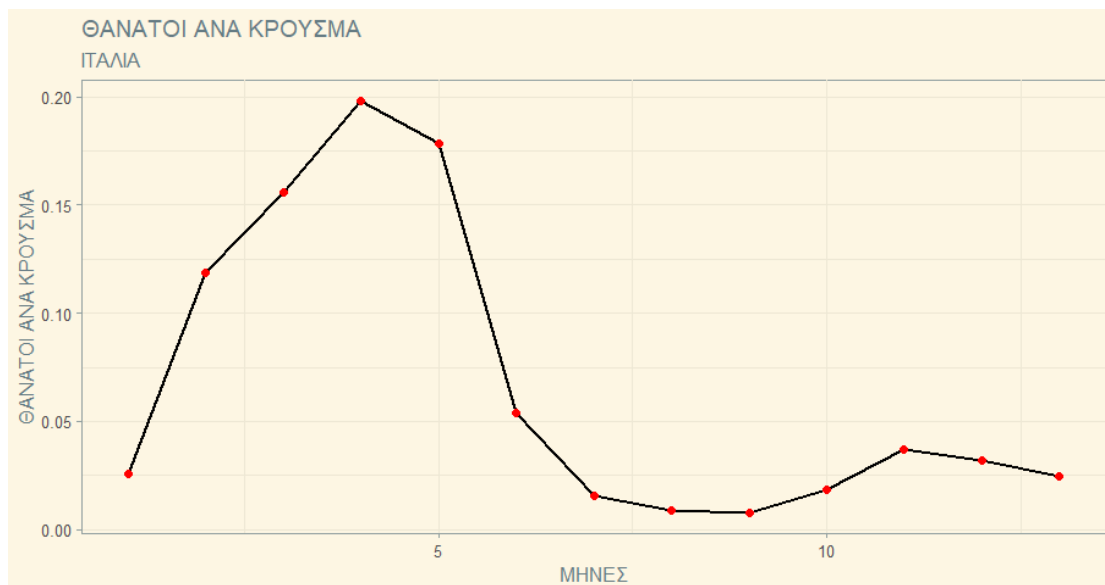
Διάγραμμα 2.13

Στην Φινλανδία, παρατηρούμε λιγότερες μονάδες από τις προηγούμενες δύο χώρες. Ωστόσο, η ομοιομορφία στα δυο κύματα δεν είναι φανερή, αλλά είναι αντιληπτή η μείωση από τον έναν μήνα στον άλλον, μετά το πρώτο κύμα.



Διάγραμμα 2.14

Στην Δανία, βλέπουμε τις ηπιότερες τιμές μαζί με την Φινλανδία. Συγκεκριμένα, κατά τα δυο κύματα της πανδημίας, είναι φανερή η πτώση από 0.057 σε 0.024 θανάτους ανά κρούσμα.



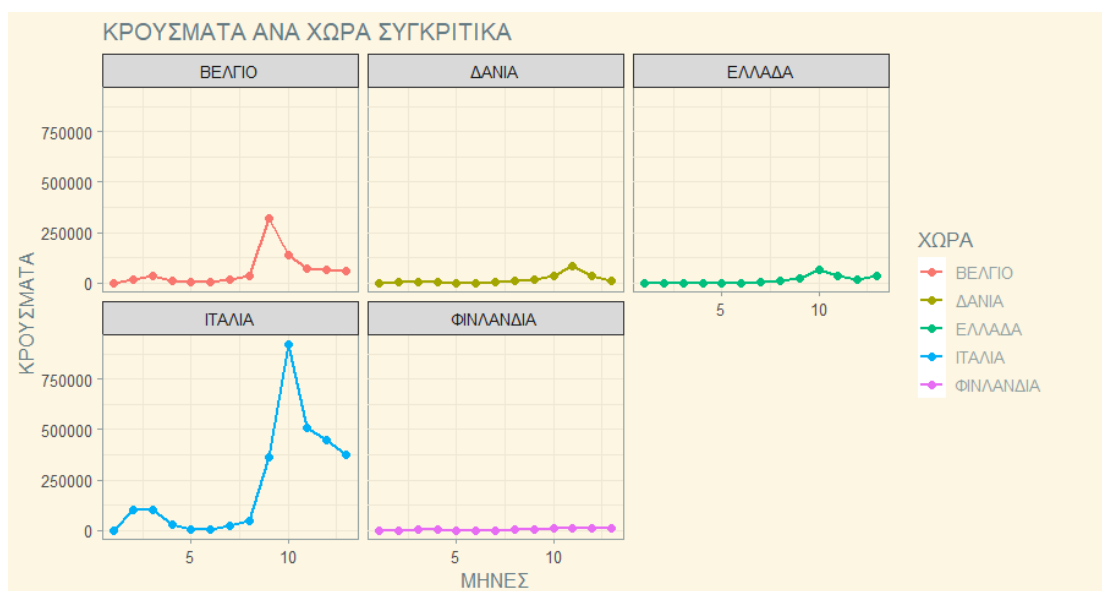
Διάγραμμα 2.15

Κλείνοντας, εξετάζουμε την Ιταλία με την υψηλότερη τιμή από όλες τις χώρες μας, ακολουθώντας την κατανομή του Βελγίου. Παρατηρούμε πως, αν και έχει την υψηλότερη τιμή κατά το πρώτο κύμα από τις υπόλοιπες, αναλογικά φέρει την καλύτερη επίδοση, κατά το δεύτερο. Παρά την εκρηκτική της κατάσταση, κατάφερε να χαμηλώσει σημαντικά την έντονη θανατική πορεία της.

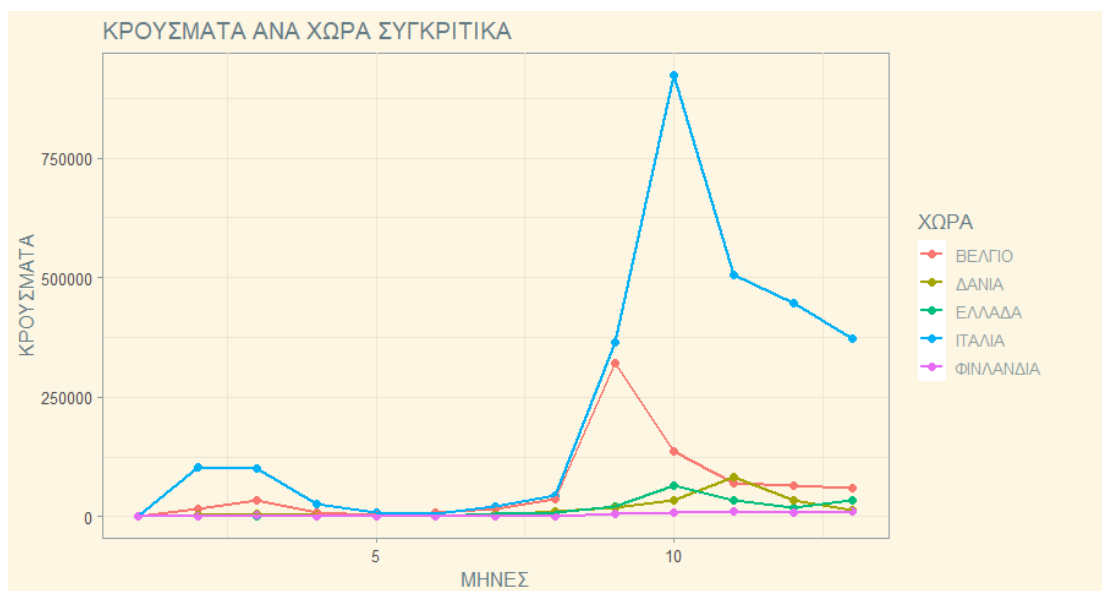
## 2.4 Κοινά διαγράμματα

Στην συνέχεια παρατηρούμε για ευκολία τα ίδια γραφήματα συγκεντρωτικά, διαδοχικά και σε κοινό διάγραμμα. Η σειρά που θα παρουσιαστούν είναι η ίδια με αυτήν που τα αναλύσαμε προηγουμένως, δηλαδή Κρούσματα, Θάνατοι και Θάνατοι ανά Κρούσμα.

### Κρούσματα:



Διάγραμμα 2.16



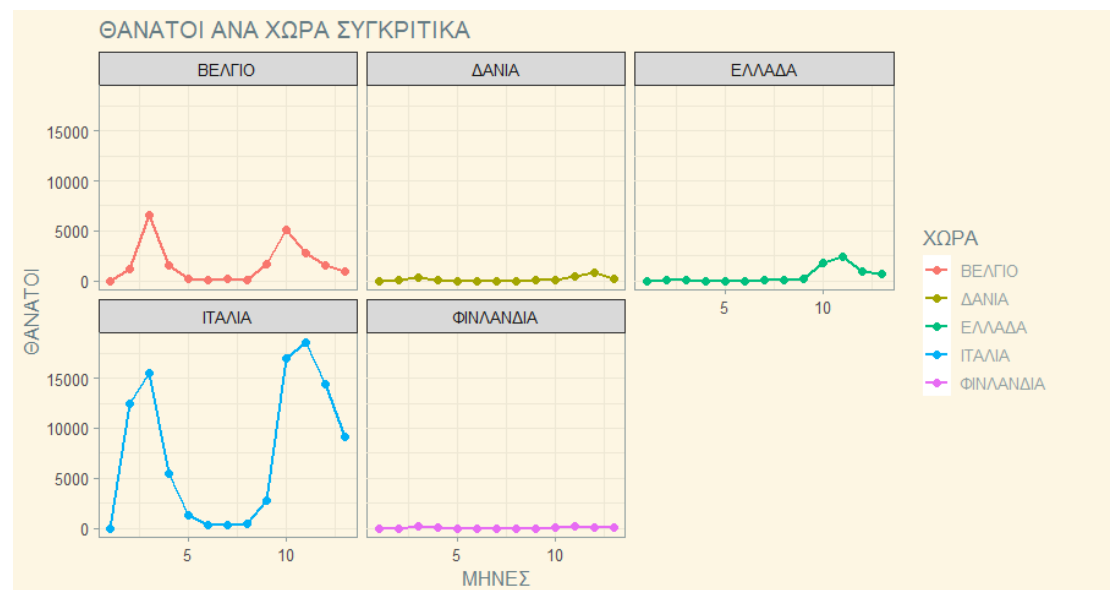
Διάγραμμα 2.17

Η προαναφερόμενη κατανομή γίνεται πλήρως αντιληπτή. Στο πρώτο κύμα της πανδημίας βλέπουμε την Ιταλία να ξεχωρίζει, και ελαφρώς το Βέλγιο. Στους αδρανείς

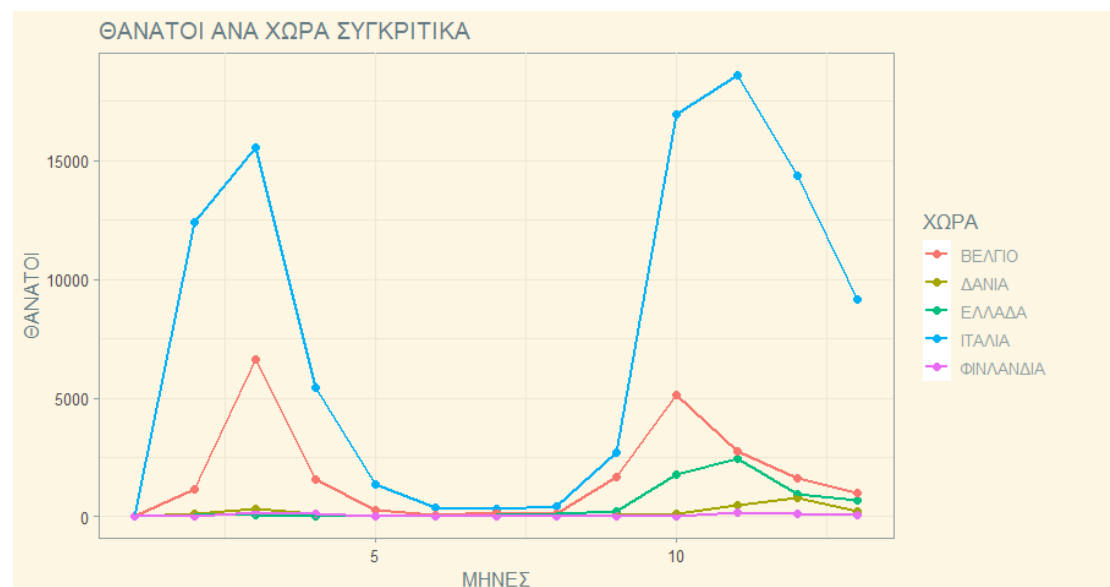


μήνες παρατηρούμε ότι τα κρούσματα τείνουν προς το μηδέν. Κατά το δεύτερο κύμα, μετά τον μήνα Οκτώβριο, το Βέλγιο και η Ιταλία έχουν την ίδια πορεία με τον επόμενο όμως μήνα να αντιστρέφεται για το Βέλγιο. Οι υπόλοιπες χώρες, κυρίως λόγω του πληθυσμού τους, δεν δείχνουν σημαντικές αλλαγές, για αυτό και δεν μπορούμε να προχωρήσουμε σε συγκρίσεις με τα δεδομένα μας ακόμα.

### Θάνατοι:



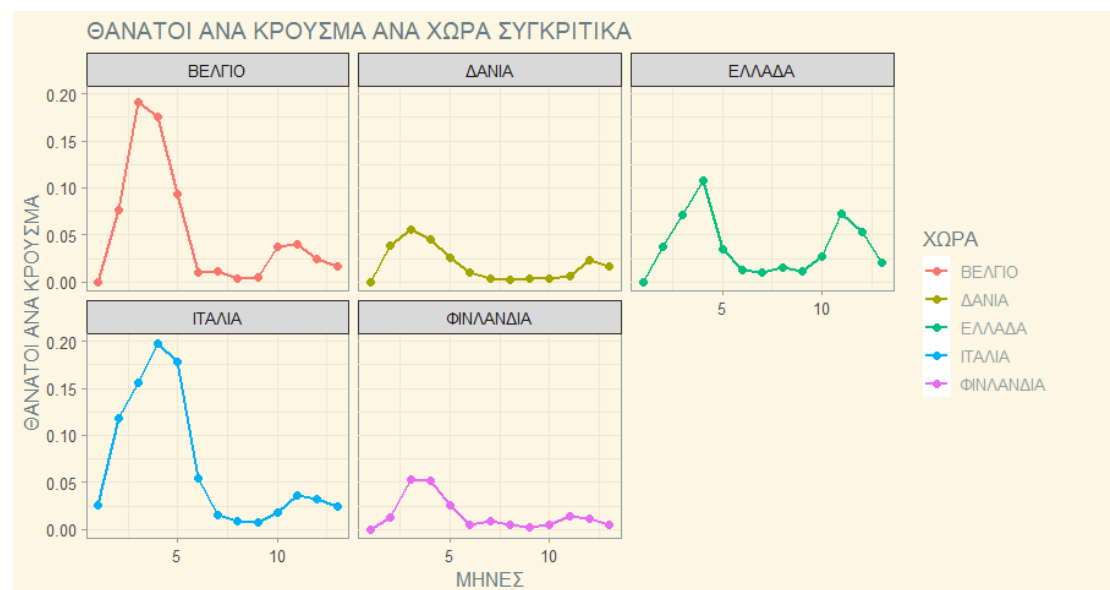
Διάγραμμα 2.18



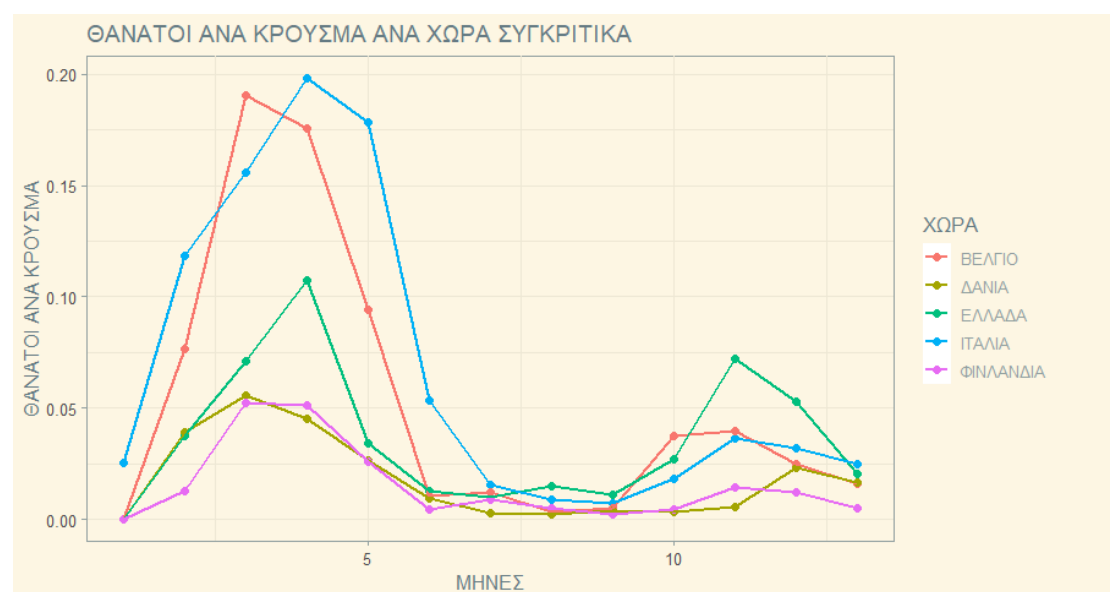
Διάγραμμα 2.19

Οι διαφορές στον όγκο των απωλειών είναι ξεκάθαρες, μπορούμε να διακρίνουμε τρεις κατανομές, Ιταλία και Δανία, έχοντας περισσότερα κρούσματα στο δεύτερο από το πρώτο κύμα της πανδημίας, Βέλγιο και Φινλανδία να έχουν καταφέρει ακριβώς το αντίθετο και την Ελλάδα να συγκεντρώνει τον όγκο των απωλειών στο δεύτερο κύμα. Πράγμα που την κατατάσσει σε χειρότερη μοίρα από τις υπόλοιπες όμως όπως προαναφέραμε δεν μπορούμε να προβούμε σε περαιτέρω συγκρίσεις όμως υπάρχει ένας προϋδεασμός.

### Θάνατοι ανά κρούσμα:



Διάγραμμα 2.20



Διάγραμμα 2.21

Παρατηρούμε μία κατανομή αντίθετη από αυτήν των κρουσμάτων. Εδώ, μπορούμε να συγκρίνουμε το ζητούμενο, δηλαδή πόσοι θάνατοι αντιστοιχούν σε κάθε κρούσμα, απόλυτα, καθώς η διαφορά στους πληθυσμούς δεν μας επηρεάζει τα δεδομένα. Όλες οι χώρες ενδιαφέροντος έχουν μία κοινή πορεία. Στο πρώτο κύμα έχουμε το Βέλγιο και την Ιταλία να έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά. Ακολουθεί η Ελλάδα, με μια παρόμοια καμπύλη αλλά με τον δείκτη να είναι σχεδόν ο μισός. Τέλος, Δανία και Φινλανδία, έχουν ακόμα μικρότερο δείκτη. Στους μέσους καλοκαιρινούς μήνες η Ελλάδα ανεβαίνει στην χειρότερη θέση, το Βέλγιο την προσπερνάει στον μήνα Νοέμβριο όμως μετά ξαναέρχεται με σχεδόν διπλάσια διαφορά έως τον μήνα Φεβρουάριο όπου όλες οι τιμές είναι μικρότερες ή ίσες του 0.25.

## **2.5 Κρούσματα ανά εκατομμύριο**

Όπως είδαμε στις προηγούμενες ενότητες, δεν γίνεται να πραγματοποιηθούν συγκρίσεις μεταξύ των χωρών -εκτός της περίπτωσης των θανάτων ανά κρούσμα- λόγω της διαφοράς του πληθυσμού των χωρών.

Στους παρακάτω όμως πίνακες, έχουμε μετατρέψει τα δεδομένα μας σύμφωνα με τους αντίστοιχους πληθυσμούς σε κρούσματα και θανάτους ανά εκατομμύριο.

Για τις πράξεις χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο της R, και οι πληθυσμοί είναι οι εξής:

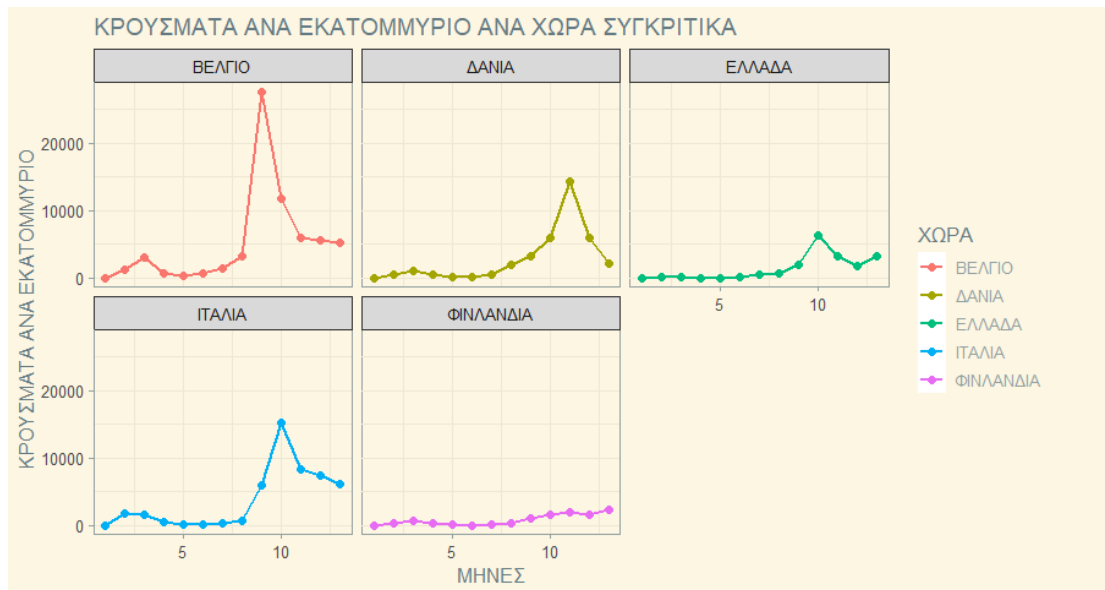
Ιταλία: 59.641.488

Ελλάδα: 10.718.565

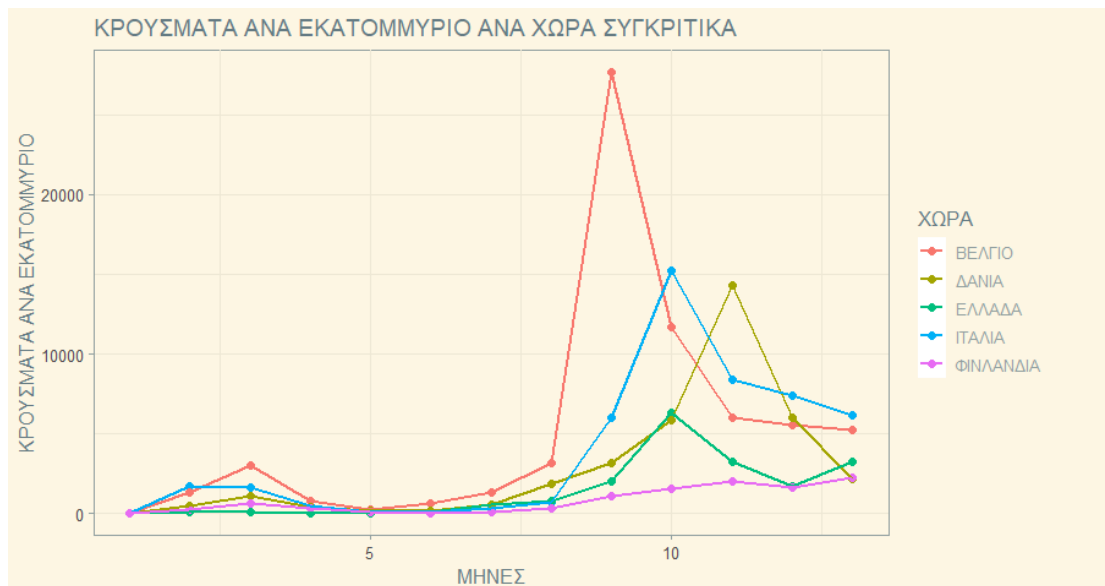
Βέλγιο: 11.522.440

Δανία: 5.822.763

Φινλανδία: 5.525.292



Διάγραμμα 2.22



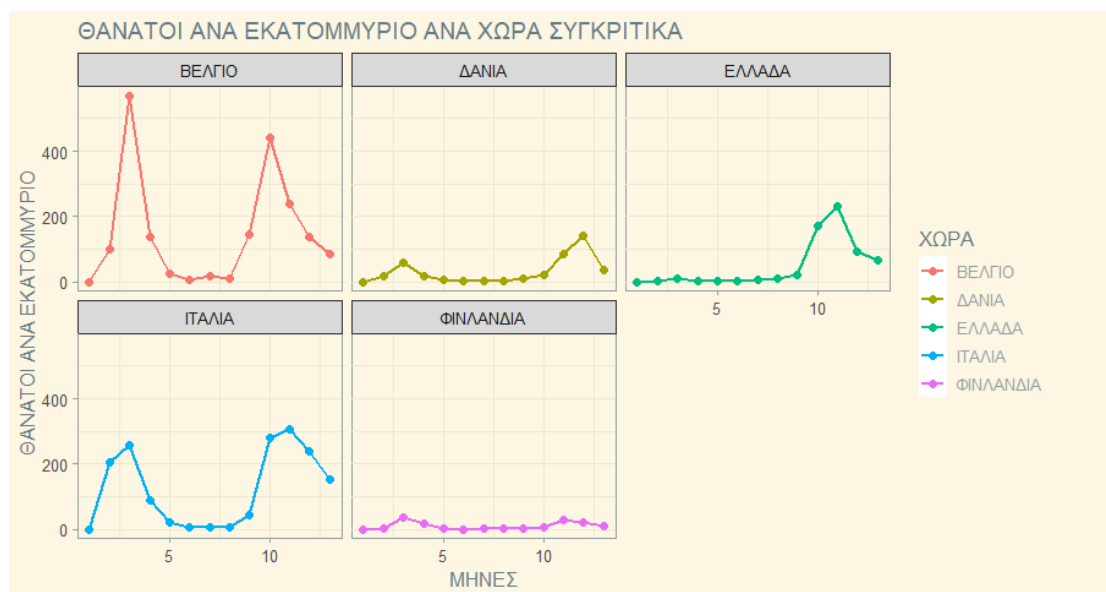
Διάγραμμα 2.23

Μπορούμε πλέον με ακρίβεια να προβούμε σε συγκρίσεις μεταξύ των χωρών. Η κατανομή των κρουσμάτων με λιγότερα στο πρώτο κατά πολύ από το δεύτερο κύμα της πανδημίας, είναι εμφανής. Το σημαντικότερο γεγονός που μπορούμε να παρατηρήσουμε είναι πως το Βέλγιο, ενώ είχε λιγότερα κρούσματα από την Ιταλία καθ' όλη την διάρκεια της πανδημίας που εξετάζουμε, βρίσκεται στην χειρότερη θέση από τον Απρίλιο έως και τον Οκτώβριο, μετά ανεβαίνουν η Ιταλία και η Δανία, η οποία καταλήγει στις χαμηλότερες θέσεις ενώ η Ιταλία παραμένει στην χειρότερη κατά τους τελευταίους δύο μήνες που εξετάζουμε, και καταλήγουμε στον μήνα Φεβρουάριο με

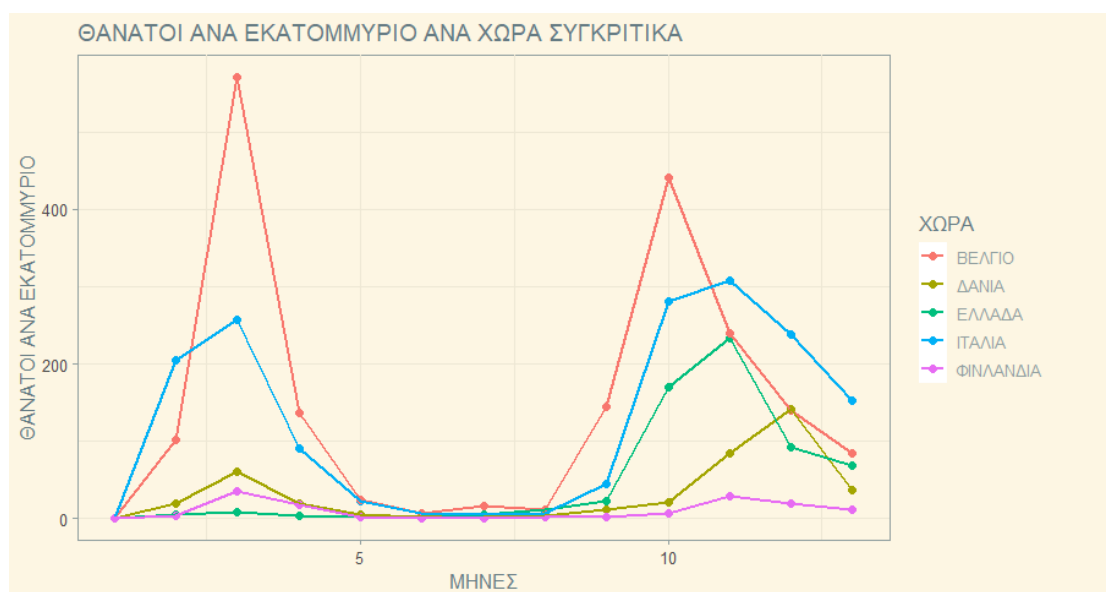
περισσότερα κρούσματα να έχει η Ιταλία ξανά, μετά την διαδέχεται το Βέλγιο και τελικά οι υπόλοιπες χώρες.

## 2.6 Θάνατοι ανά εκατομμύριο

Με την ίδια ακριβώς λογική και υπολογισμούς με τους αντίστοιχους πληθυσμούς παραθέτουμε τα επόμενα διαγράμματα προς σύγκριση για τους θανάτους ανά εκατομμύριο.



Διάγραμμα 2.24

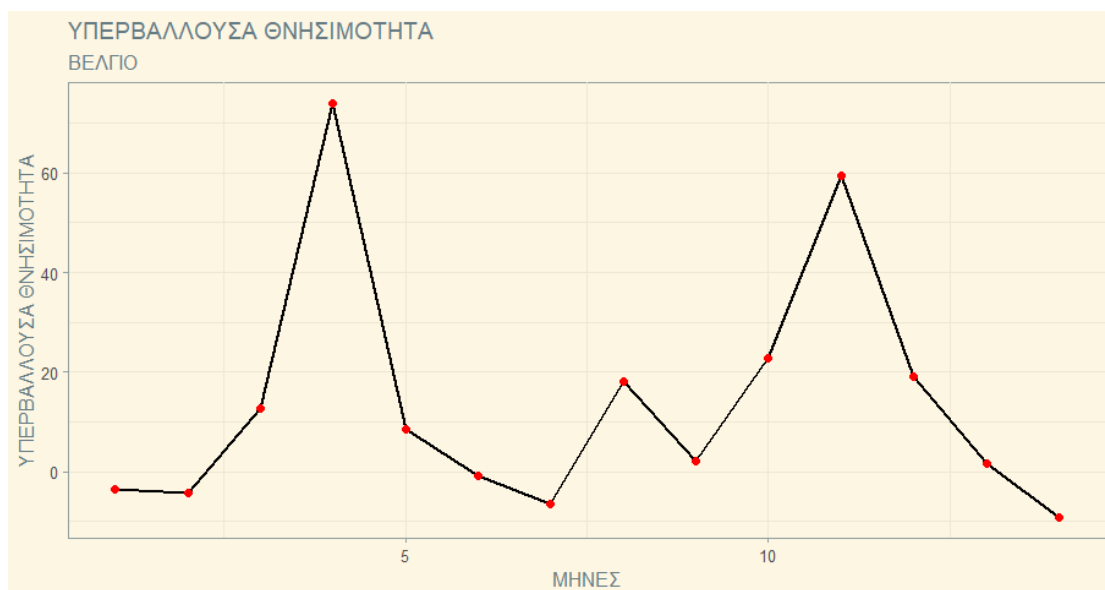


Διάγραμμα 2.25

Σύμφωνα με τα κρούσματα που είδαμε προηγουμένως, οι θάνατοι είναι και αυτοί ανάλογοι. Μετά τον Μάρτιο, το Βέλγιο έχει σχεδόν υπερδιπλάσια διαφορά από τις υπόλοιπες χώρες κατά το πρώτο κύμα της πανδημίας και εξίσου ψηλά είναι και στο δεύτερο. Η Ιταλία σε αντίθεση με το Βέλγιο, όπως έχουμε προαναφέρει, ανεβάζει τους θανάτους της κατά το δεύτερο κύμα, όμως, δεν φτάνει το Βέλγιο μέχρι και τον Δεκέμβριο όπου κατεβαίνει σημαντικά στο διάγραμμα. Η Ελλάδα, από την καλύτερη θέση που βρισκόταν τον Οκτώβριο, ανεβαίνει μέχρι που συμπίπτει τις απώλειες της μαζί με το Βέλγιο στον μήνα Δεκέμβριο και ακολουθεί στην συνέχεια την καθοδική πορεία του. Φιλανδία και Δανία κρατούν χαμηλό προφίλ με την Δανία μόνο να ανεβαίνει βραχυπρόθεσμα μετά τον μήνα Νοέμβριο. Η κατανομή των δύο κυμάτων της πανδημίας είναι και εδώ φανερή.

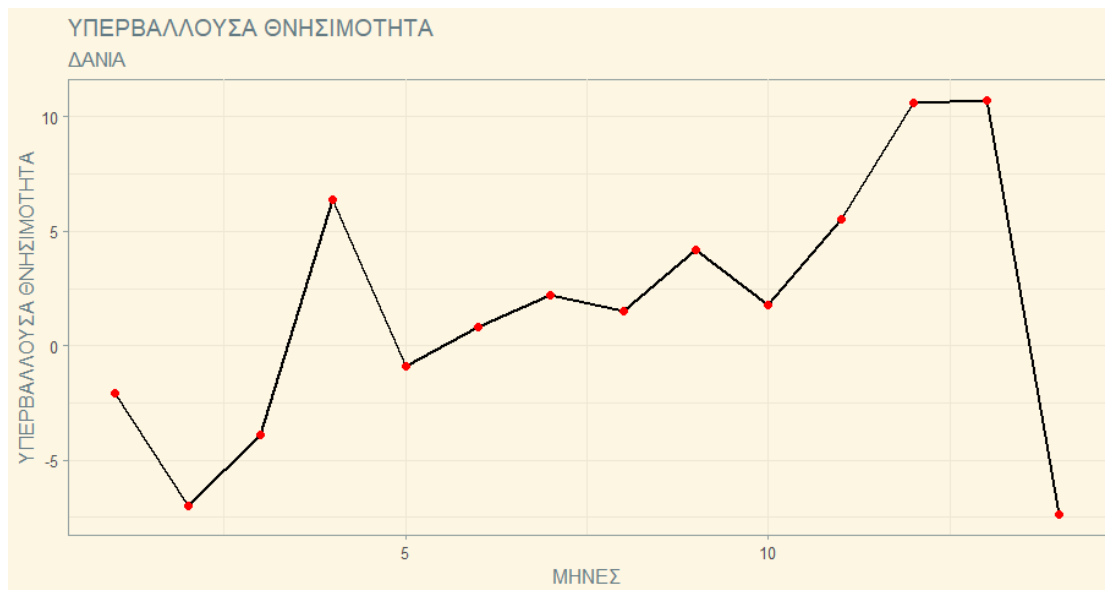
## 2.7 Υπερβάλλουσα Θνησιμότητα

Η Υπερβάλλουσα Θνησιμότητα είναι ένας εξίσου κύριος δείκτης για τα δεδομένα μας. Θα μας βοηθήσει να αντιληφθούμε σε τι βαθμό επηρέασε η πανδημία τον δείκτη. Ο δείκτης αυτός, αναφέρεται στον αριθμό των θανάτων από όλες τις αιτίες, κατά τη χρονική διάρκεια που εξετάζουμε πάνω και πέρα από αυτό που θα περιμέναμε να δούμε υπό «κανονικές» συνθήκες. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες ενότητες, οι μήνες μετρούν από τον Ιανουάριο του 2020 έως και τον Φεβρουάριο του 2021.



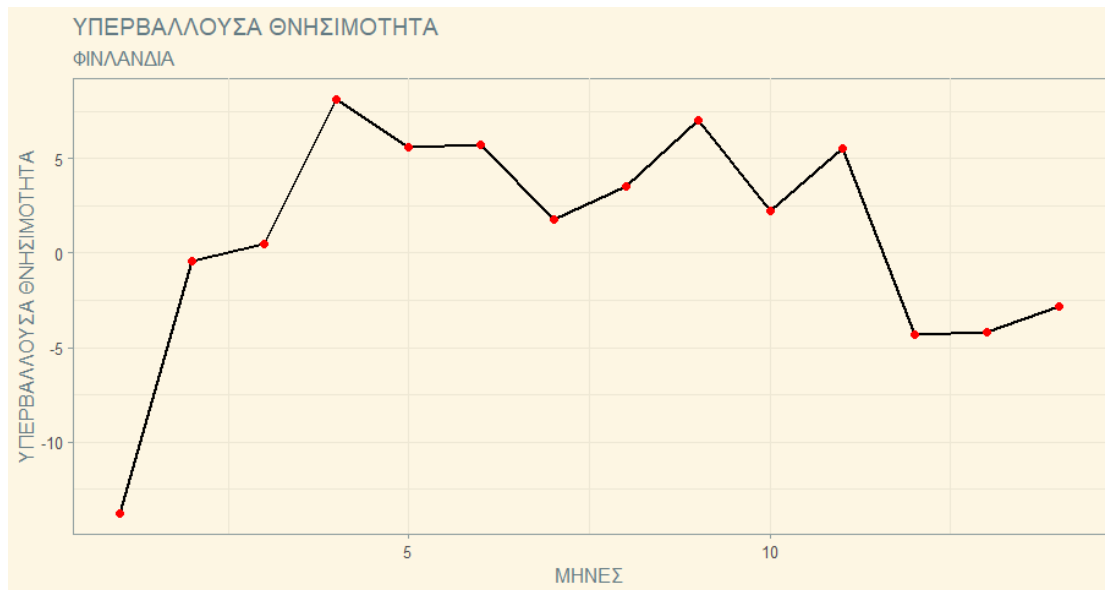
Διάγραμμα 2.26

Ξεκινώντας από το Βέλγιο, έχοντας την χειρότερη επίδοση από τις επόμενες χώρες, παρατηρούμε πως τα ποσοστά ανεβαίνουν κατακόρυφα κατά τον μήνα Απρίλιο φτάνοντας παραπάνω από 70%. Στην συνέχεια φαίνεται να ακολουθεί την γνωστή μας κατανομή, όμως έχουμε μία βραχυπρόθεσμη αύξηση της τάξεως των 18,1% τον μήνα Αύγουστο και καταλήγουμε στην τελική μας αύξηση με 59,4% τον Νοέμβριο σε καλύτερα επίπεδα από το πρώτο κύμα της πανδημίας.



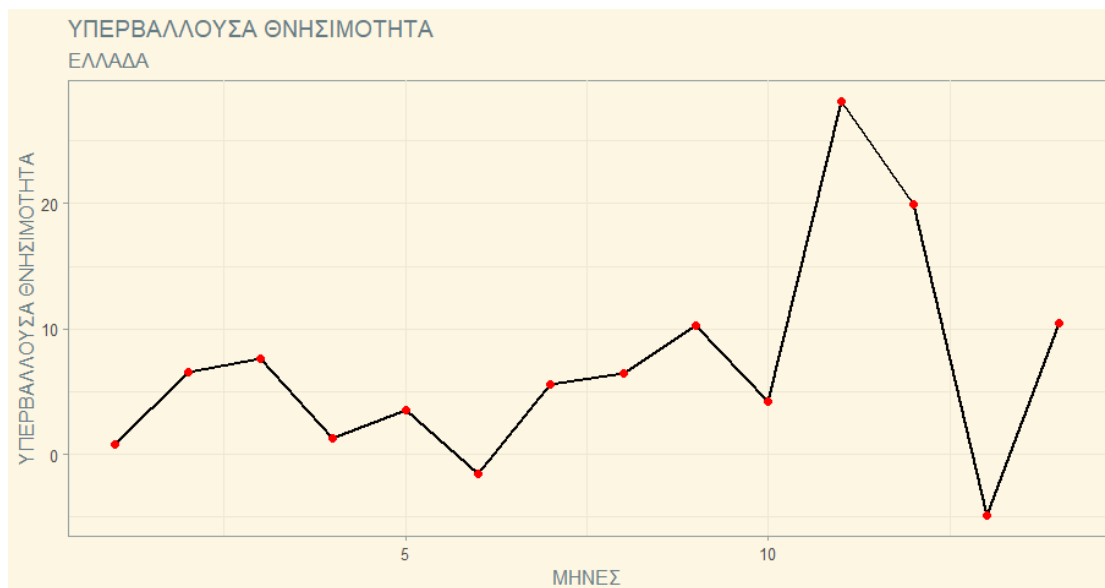
Διάγραμμα 2.27

Στην περίπτωση της Δανίας, βλέπουμε μία όχι τόσο ξεκάθαρη κατανομή όμως έχουμε τοπικά μέγιστα κατά το πρώτο κύμα με 6,4% και 10,7% κατά το δεύτερο, όπου αν και είναι πιο υψηλά, διαρκεί μέχρι και το Ιανουάριο και πέφτει ακαριαία σε αρνητικές τιμές.



Διάγραμμα 2.28

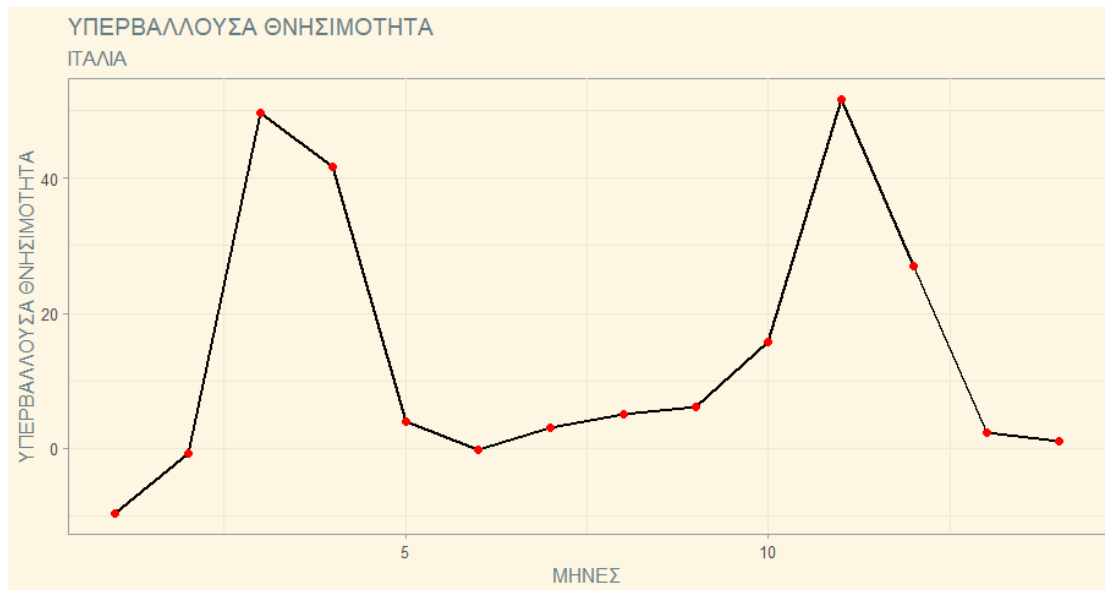
Στην Φινλανδία, παρατηρούμε μία σχετικά ήρεμη εικόνα με αυξομειώσεις στο χρονικό διάστημα Μάιος-Δεκέμβριος με μέγιστη τιμή 8,1% κατά τον μήνα Απρίλιο. Δείχνει την καλύτερη εικόνα σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες, αναμενόμενο εάν θυμηθούμε τα παραπάνω δεδομένα της.



Διάγραμμα 2.29

Παρατηρούμε μία παρόμοια πορεία με την Φινλανδία όμως η Ελλάδα ανεβάζει τον δείκτη της κατά τον μήνα Νοέμβριο με μέγιστο 28,1 μειώνει κατά πολύ το μήνα Ιανουάριο όπου τον διαδέχεται πάλι μία σχετικά μεγάλη αύξηση κατά τον τελευταίο μήνα που εξετάζουμε.



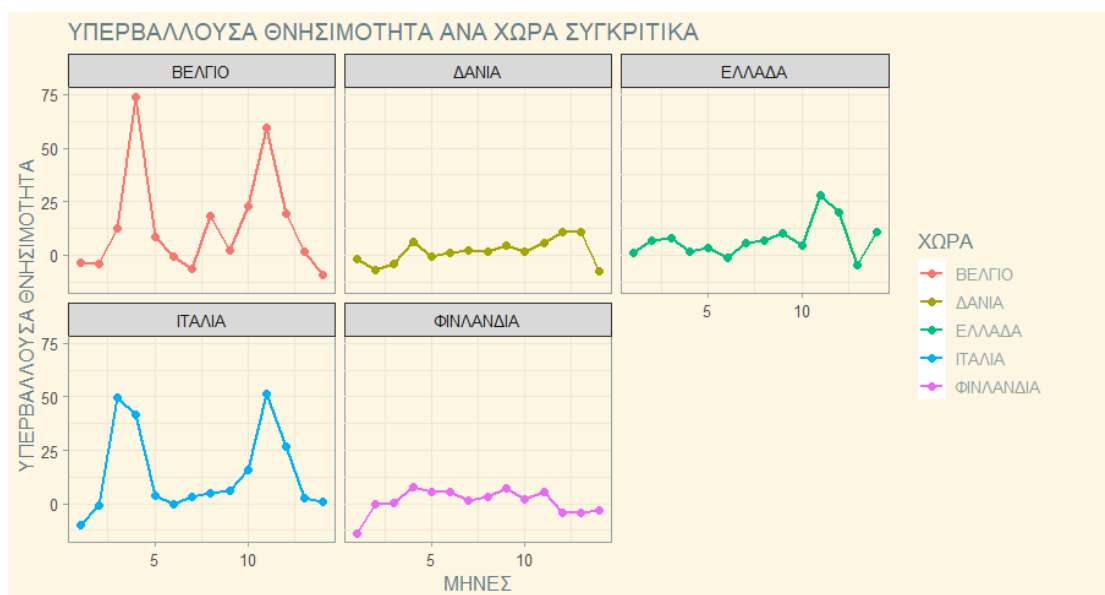


Διάγραμμα 2.30

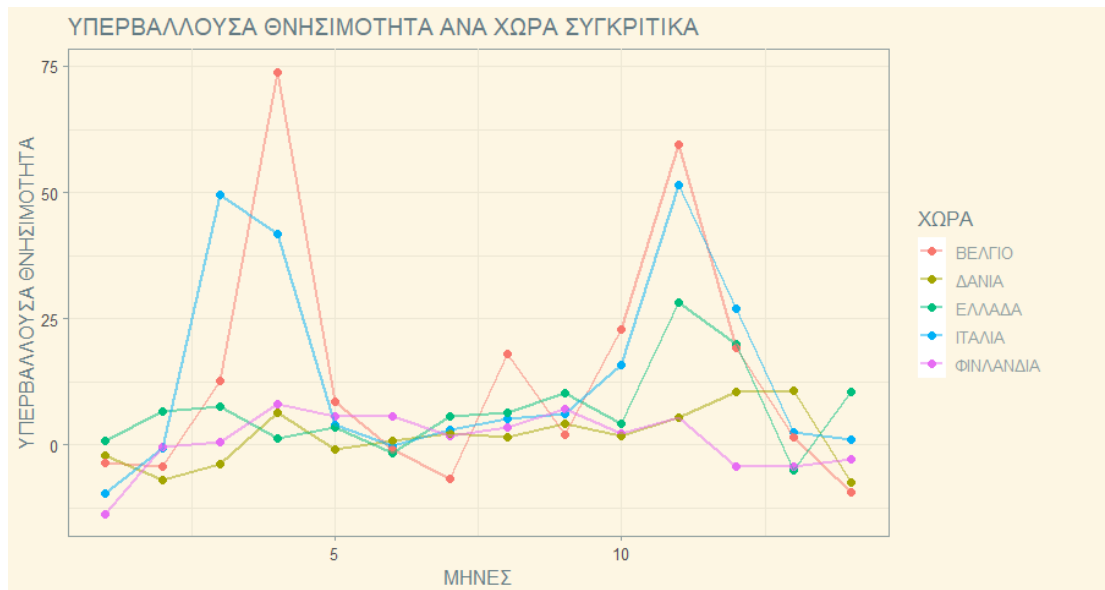
Στην Ιταλία παρατηρούμε μία γνωστή εικόνα από τις προηγούμενες ενότητες, η μόνη χώρα με μία τόσο εμφανή κατανομή. Είναι ξεκάθαρες οι καμπύλες των δύο κυμάτων της πανδημίας, με μέγιστο κατά το πρώτο το 49,6% και υψηλότερο κατά το δεύτερο με 51,6%. Τα ποσοστά αυτά την κατατάσσουν στην ακριβώς επόμενη θέση από το Βέλγιο που όπως είδαμε προηγουμένως είχε την χειρότερη απόδοση.

## 2.8 Κοινά διαγράμματα

Εν κατακλείδι, για να προβούμε και σε περαιτέρω συγκρίσεις, για άλλη μια φορά παραθέτουμε τα συγκεντρωτικά γραφήματα παρακάτω σε δυο διαφορετικές μορφές.



Διάγραμμα 2.31



Διάγραμμα 2.32

Μπορούμε να διακρίνουμε τρεις διαφορετικές κατανομές. Ιταλία και Βέλγιο με πιο καθαρές μορφές των δύο κυμάτων της πανδημίας, Φινλανδία και Δανία τις πιο χαμηλές τιμές καθ' όλη την χρονική πορεία που μελετάμε και τέλος η Ελλάδα να παρουσιάζει μέγιστα μόνο κατά το δεύτερο κύμα. Είναι επίσης φανερό πως οι αυξήσεις αρχίζουν - σε διαφορετικά ποσοστά- κατά τον μήνα Φεβρουάριο από τις χώρες Φινλανδία, Ελλάδα και Ιταλία ενώ στις υπόλοιπες με έναν μήνα διαφορά. Αύξηση κατά τον Ιανουάριο του 2021 παρουσιάζει μόνο η Ελλάδα και σε ελάχιστα ποσοστά η Φινλανδία υπό του μηδενός. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες η μόνη διαταραχή του διαγράμματός μας ανήκει στον μήνα Αύγουστο του Βελγίου όπως προαναφέραμε.

## Κεφάλαιο 3

Σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με τα κρούσματα COVID-19 για κάθε μια από τις χώρες που μελετάμε (Βέλγιο, Δανία, Φινλανδία, Ελλάδα, Ιταλία). Οι καταγραφές των κρουσμάτων έχουν παρθεί σε εβδομαδιαία βάση παίρνοντας ως εβδομάδα έναρξης την τελευταία του Ιανουαρίου (05/53-2020) μέχρι την τελευταία του Φεβρουαρίου(08/53-2021) του επόμενου έτους. Τα κρούσματα εκτός από την εβδομαδιαία βάση που αναφέραμε, έχουν χωριστεί και σε έξι ηλικιακές ομάδες για κάθε χώρα ξεχωριστά ως εξής:

1. Έως 15 ετών
2. Από 15 έως 24 ετών
3. Από 25 έως 49 ετών
4. Από 50 έως 64 ετών
5. Από 65 έως 79 ετών
6. Από 80 ετών

Στην πρώτη ενότητα θα πραγματοποιήσουμε έλεγχο κανονικότητας προκειμένου να δούμε αν ακολουθούν τα κρούσματα μας τη κανονική κατανομή.

Για όλα τα διαγράμματα χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο R.

### 3.1 Έλεγχος κανονικότητας ανά χώρα

Ο πιο συνηθισμένος έλεγχος κανονικότητας είναι ο Kolmogorov-Smirnov, αλλά στην περίπτωση που το μέγεθος του δείγματος είναι μικρό, δεν δίνει καλά αποτελέσματα. Σε αυτή τη περίπτωση, ο πιο κατάλληλος είναι ο έλεγχος των Shapiro-Wilk.

Ο έλεγχος των Shapiro-Wilk χρησιμοποιεί τις ίδιες υποθέσεις με τον έλεγχο των Kolmogorov-Smirnov. Η μηδενική υπόθεση αναφέρει ότι τα δεδομένα ακολουθούν την κανονική κατανομή, ενώ η εναλλακτική υπόθεση αναφέρει ότι τα δεδομένα δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Ο έλεγχος χρησιμοποιεί την στατιστική συνάρτηση  $W$ , η οποία υπολογίζεται ως:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i X_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

Όπου  $X_{(i)}$  είναι οι διατεταγμένες τιμές του δείγματος και  $a_i$  είναι σταθερές που προέρχονται από τις μέσες τιμές, τις διακυμάνσεις και τις συνδιακυμάνσεις των διατεταγμένων στατιστικών ενός δείγματος μεγέθους  $n$  από μια κανονική κατανομή (Μπερσίμης Σ. · Μπαρτζής Γ. · Παπαδάκης Γ. · Σαχλας Α., 2021).

Κάνοντας Shapiro-test, για κάθε ηλικιακή ομάδα των χωρών ξεχωριστά, βρίσκουμε τιμές πάρα πολύ κοντά στο μηδέν, οι οποίες μας οδηγούν να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση ( $H_0$  = τα κρούσματα ακολουθούν κανονική κατανομή). Επομένως, τα κρούσματα καμίας χώρας σε καμία ηλικιακή ομάδα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή. Παρακάτω, παραθέτουμε τους πίνακες με τα ακριβή αποτελέσματα κάθε χώρας:

## 1. ΒΕΛΓΙΟ

	age_group	statistic	p.value
	<fct>	<dbl>	<dbl>
1	<15yr	0.584	1.85e-11
2	15-24yr	0.567	1.04e-11
3	25-49yr	0.555	6.87e-12
4	50-64yr	0.559	7.97e-12
5	65-79yr	0.596	2.90e-11
6	80+yr	0.729	6.23e-9

Πίνακας 3.1

## 2. ΔΑΝΙΑ

	age_group	statistic	p.value
	<fct>	<dbl>	<dbl>
1	<15yr	0.681	7.61e-10
2	15-24yr	0.673	5.41e-10
3	25-49yr	0.696	1.46e-9
4	50-64yr	0.705	2.15e-9
5	65-79yr	0.691	1.15e-9
6	80+yr	0.661	3.30e-10

Πίνακας 3.2

### 3. ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ

	age_group	statistic	p.value
	<fct>	<dbl>	<dbl>
1	<15yr	0.762	0.0000000307
2	15-24yr	0.834	0.00000178
3	25-49yr	0.844	0.00000338
4	50-64yr	0.869	0.0000183
5	65-79yr	0.845	0.00000354
6	80+yr	0.822	0.000000816

Πίνακας 3.3

### 4. ΕΛΛΑΔΑ

	age_group	statistic	p.value
	<fct>	<dbl>	<dbl>
1	<15yr	0.710	0.00000000258
2	15-24yr	0.689	0.00000000108
3	25-49yr	0.745	0.0000000136
4	50-64yr	0.727	0.00000000560
5	65-79yr	0.714	0.00000000310
6	80+yr	0.695	0.00000000135

Πίνακας 3.4

### 5. ΙΤΑΛΙΑ

	age_group	statistic	p.value
	<fct>	<dbl>	<dbl>
1	<15yr	0.745	0.0000000133
2	15-24yr	0.751	0.0000000176
3	25-49yr	0.754	0.0000000207
4	50-64yr	0.763	0.0000000319
5	65-79yr	0.796	0.000000188
6	80+yr	0.832	0.00000155

Πίνακας 3.5

### 3.2 Μη παραμετρικοί έλεγχοι ανά χώρα

Εφόσον απορρίψαμε την υπόθεση της κανονικότητας θα συνεχίσουμε με **μη παραμετρικούς ελέγχους** για να δούμε αν οι έξι ηλικιακές ομάδες έχουν την ίδια κατανομή. Συγκεκριμένα, θα επιλέξουμε τον Kruskal - Wallis ο οποίος ταιριάζει κατάλληλα στο δείγμα μας (k-ανεξάρτητοι πληθυσμοί).

Ο έλεγχος Kruskal - Wallis είναι η αντίστοιχη απαραμετρική ανάλυση διασποράς κατά ένα παράγοντα. Μπορεί δηλαδή να θεωρηθεί μια επέκταση του κριτηρίου Mann-Whitney U για k ( $k > 2$ ) ανεξάρτητα δείγματα. Υποθέτοντας ότι τα k ανεξάρτητα δείγματα έχουν ίδια κατανομή (τύπο) με ίσες διασπορές, τότε με το κριτήριο αυτό ελέγχεται η υπόθεση ότι έχουν και ίσες μέσες τιμές. Ισοδύναμα δηλαδή ο έλεγχος αυτός εξετάζει την μηδενική υπόθεση  $H_0$  ότι τα δείγματα προέρχονται από τον ίδιο πληθυσμό. Η διαδικασία εφαρμογής του κριτηρίου αυτού είναι η ίδια όπως και στον έλεγχο Mann-Whitney. Τα k δείγματα ενοποιούνται σε ένα δείγμα με παρατηρήσεις που ταξινομούνται σε αύξουσα τάξη και δίνονται οι αντίστοιχοι βαθμοί (ranks). Υποθέτουμε (προς το παρόν) ότι όλες οι παρατηρήσεις είναι διαφορετικές έτσι ώστε να μην υπάρχουν δεσμοί. Στη συνέχεια υπολογίζονται τα αθροίσματα  $R_1, R_2, \dots, R_k$  των βαθμών που αντιστοιχούν στις παρατηρήσεις των k δειγμάτων. Το κριτήριο που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της  $H_0$ : *δεν υπάρχουν διαφορές στους k πληθυσμούς* είναι το παρακάτω:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

Όπου:

$k$  = πλήθος δειγμάτων

$n_i$  = μέγεθος του i δείγματος

$n = n_1 + n_2 + \dots + n_k$  = συνολικός αριθμός παρατηρήσεων

$R_i$  = το άθροισμα των βαθμών του i-οστού δείγματος,  $i = 1, 2, \dots, k$ .

Η κατανομή του κριτηρίου H για μεγάλα δείγματα είναι ασυμπτωτικά η κατανομή  $\chi^2$  με  $(k-1)$  - βαθμούς ελευθερίας. Η  $H_0$  απορρίπτεται σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha$  όταν η τιμή του κριτηρίου είναι:

$$K: H > X_{k-1}^2$$

(Δαμιανού Χ., 1996 · Κούτρας Μ., 1996)

Παρακάτω βλέπουμε τους πίνακες που προέκυψαν από τον έλεγχο των Kruskal – Wallis.

### 1. ΒΕΛΓΙΟ

```
kruskal-wallis rank sum test
data: data$cases and data$age_group
kruskal-wallis chi-squared = 32.057, df = 5, p-value = 5.789e-06
```

Πίνακας 3.6

### 2. ΔΑΝΙΑ

```
kruskal-wallis rank sum test
data: data$cases and data$age_group
kruskal-wallis chi-squared = 43.005, df = 5, p-value = 3.686e-08
```

Πίνακας 3.7

### 3. ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ

```
kruskal-wallis rank sum test
data: data$cases and data$age_group
kruskal-wallis chi-squared = 61.177, df = 5, p-value = 6.941e-12
```

Πίνακας 3.8

### 4. ΕΛΛΑΔΑ

```
kruskal-wallis rank sum test
data: data$cases and data$age_group
kruskal-wallis chi-squared = 35.142, df = 5, p-value = 1.41e-06
```

Πίνακας 3.9

## 5. ΙΤΑΛΙΑ

```
kruskal-wallis rank sum test
data: data$cases and data$age_group
kruskal-wallis chi-squared = 25.1, df = 5, p-value = 0.0001333
```

Πίνακας 3.10

Παραπάνω, βλέπουμε τα αποτελέσματα κάθε χώρας όπου το p-value είναι πάντα μικρότερο του επίπεδου σημαντικότητας ( $\alpha=0.05$ ) και επομένως απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση για κάθε χώρα άρα έχουμε τουλάχιστον δύο πληθυσμούς να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ως προς τη διάμεση τιμή τους. Άρα απορρίπτουμε ότι οι έξι ηλικιακές ομάδες που μελετάμε έχουν την ίδια κατανομή.

### 3.3 Έλεγχος κανονικότητας ανά ηλικιακή ομάδα

Ακολουθούμε τώρα την ίδια διαδικασία και για τις ηλικιακές ομάδες των χωρών. Προκειμένου να έχουμε δίκαιη σύγκριση μεταξύ των χωρών, που έχουν ανόμοιους πληθυσμούς, χρησιμοποιούμε τον δείκτη κρουσμάτων ανά εκατομμύριο ο οποίος έχει τον εξής τύπο:

$$\text{ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ ΑΝΑ ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΟ} = \frac{\text{ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ}}{\text{ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΧΩΡΑΣ}} * \text{ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΟ}$$

Συνεχίζοντας με στους ελέγχους κανονικότητας μας δίνουν τα εξής αποτελέσματα:

#### 1. Έως 15 ετών

	country	statistic	p.value
	<fct>	<dbl>	<dbl>
1	Belgium	0.584	1.85e-11
2	Denmark	0.681	7.61e-10
3	Finland	0.762	3.07e-8
4	Greece	0.710	2.58e-9
5	Italy	0.745	1.33e-8

Πίνακας 3.11



## 2. Από 15 έως 24 ετών

	country	statistic	p.value
	<fct>	<dbl>	<dbl>
1	Belgium	0.567	1.04e-11
2	Denmark	0.673	5.41e-10
3	Finland	0.834	1.78e-6
4	Greece	0.689	1.08e-9
5	Italy	0.751	1.76e-8

Πίνακας 3.12

## 3. Από 25 έως 49 ετών

	country	statistic	p.value
	<fct>	<dbl>	<dbl>
1	Belgium	0.555	6.87e-12
2	Denmark	0.696	1.46e-9
3	Finland	0.844	3.38e-6
4	Greece	0.745	1.36e-8
5	Italy	0.754	2.07e-8

Πίνακας 3.13

## 4. Από 50 έως 64 ετών

	country	statistic	p.value
	<fct>	<dbl>	<dbl>
1	Belgium	0.559	7.97e-12
2	Denmark	0.705	2.15e-9
3	Finland	0.869	1.83e-5
4	Greece	0.727	5.60e-9
5	Italy	0.763	3.19e-8

Πίνακας 3.14

## 5. Από 65 έως 79 ετών

	country	statistic	p.value
	<fct>	<dbl>	<dbl>
1	Belgium	0.596	2.90e-11
2	Denmark	0.691	1.15e-9
3	Finland	0.845	3.54e-6
4	Greece	0.714	3.10e-9
5	Italy	0.796	1.88e-7

Πίνακας 3.15

## 6. Από 80 ετών

	country	statistic	p.value
	<fct>	<dbl>	<dbl>
1	Belgium	0.729	6.23e- 9
2	Denmark	0.661	3.30e-10
3	Finland	0.822	8.16e- 7
4	Greece	0.695	1.35e- 9
5	Italy	0.832	1.55e- 6

Πίνακας 3.16

Και εδώ όλα τα p-value είναι μικρότερα του  $\alpha=0.05$  και επομένως απορρίπτουμε την περίπτωση κανονικότητας.

### 3.4 Μη παραμετρικοί έλεγχοι ανά ηλικιακή ομάδα

Τέλος, αφού απορρίψαμε την κανονικότητα για τα κρούσματα ανά εκατομμύριο, θα εφαρμόσουμε Kruskal & Wallis για να μελετήσουμε την κατανομή κάθε ηλικιακής ομάδας.

#### 1. Έως 15 ετών

```
kruskal-wallis rank sum test  
data: data$cases.by.million and data$country  
kruskal-wallis chi-squared = 22.602, df = 4, p-value = 0.0001521
```

Πίνακας 3.17

#### 2. Από 15 έως 24 ετών

```
kruskal-wallis rank sum test  
data: data$cases.by.million and data$country  
kruskal-wallis chi-squared = 17.411, df = 4, p-value = 0.001608
```

Πίνακας 3.18

### 3. Από 25 έως 49 ετών

```
kruskal-wallis rank sum test  
data: data$cases.by.million and data$country  
kruskal-wallis chi-squared = 20.756, df = 4, p-value = 0.000354
```

Πίνακας 3.19

### 4. Από 50 έως 64 ετών

```
kruskal-wallis rank sum test  
data: data$cases.by.million and data$country  
kruskal-wallis chi-squared = 26.904, df = 4, p-value = 2.078e-05
```

Πίνακας 3.20

### 5. Από 65 έως 79 ετών

```
kruskal-wallis rank sum test  
data: data$cases.by.million and data$country  
kruskal-wallis chi-squared = 38.979, df = 4, p-value = 7.036e-08
```

Πίνακας 3.21

### 6. Από 80 ετών

```
kruskal-wallis rank sum test  
data: data$cases.by.million and data$country  
kruskal-wallis chi-squared = 57.659, df = 4, p-value = 8.998e-12
```

Πίνακας 3.22

Μετά τους ελέγχους που πραγματοποιήσαμε, ανά ηλικιακές ομάδες, απορρίπτουμε το ενδεχόμενο να προέρχονται από την ίδια κατανομή, σε κάθε περίπτωση που εξετάσαμε.

### 3.5 Ομαδοποιημένα ραβδογράμματα

Έπειτα, θα παρουσιάσουμε τα ομαδοποιημένα ραβδογράμματα για τις χώρες. Στον οριζόντιο άξονα έχουμε τους μήνες από τον Ιανουάριο του 2020 μέχρι τον Φεβρουάριο του 2021. Ενώ στον κάθετο παρουσιάζονται τα κρούσματα ανά εκατό χιλιάδες, προκειμένου να έχουμε συγκρίσιμη εικόνα για κάθε χώρα, ανεξαρτήτου πληθυσμού. Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν τόσο μέσω του EXCEL αλλά και της R προκειμένου να έρθουν την επιθυμητή μορφή.

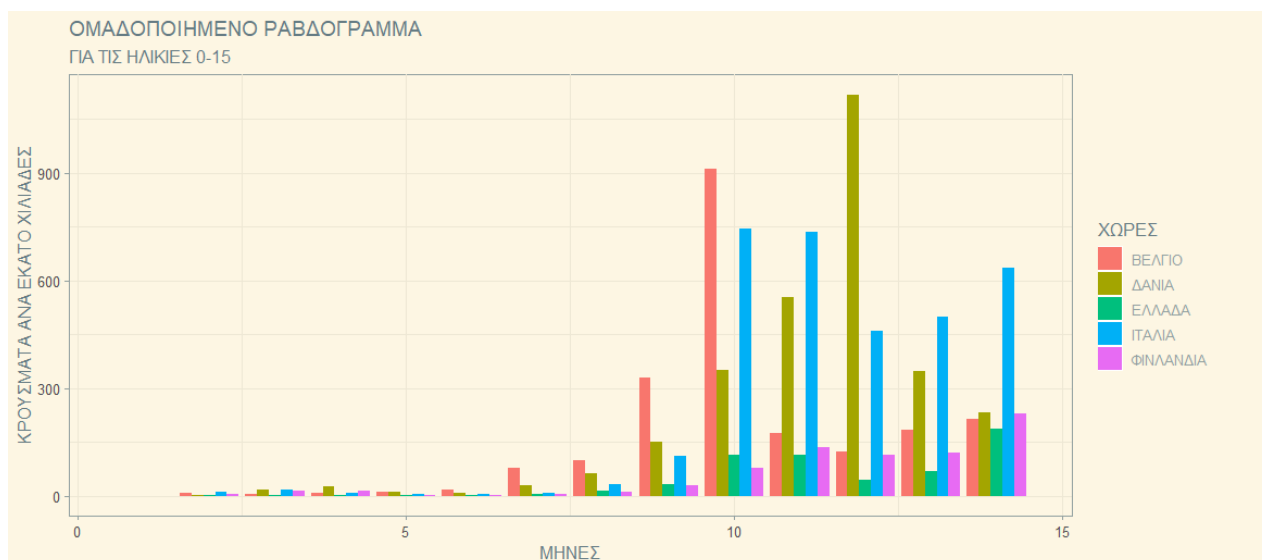
Σε κάθε ενότητα που ακολουθεί θα παρουσιάζονται αρχικά οι πληθυσμοί κάθε χώρας για την ηλικιακή ομάδα που μελετάμε και έπειτα ένα ομαδοποιημένο ραβδόγραμμα που θα περιέχονται και οι 5 χώρες μαζί και αμέσως μετά τα ραβδογράμματα κάθε χώρας ξεχωριστά. Σύντομα, αναφέρουμε ότι το Βέλγιο αντιστοιχεί στο ροζ, η Δανία στο λαδί, η Ελλάδα στο πράσινο, η Ιταλία στο μπλε και τέλος η Φινλανδία στο μωβ.

1. Ξεκινάμε λοιπόν με την ηλικιακή ομάδα **0-15**, οι πληθυσμοί για κάθε χώρα της συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας δίνονται παρακάτω για λόγους πληρότητας.

ΧΩΡΕΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΗΛΙΚΙΑΣ 0-15	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΧΩΡΑΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΗΛΙΚΙΑΣ ΑΝΑ ΧΩΡΑ	ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ ΗΛΙΚΙΑΣ 0-15	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ ΧΩΡΑΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΡΟΥΣΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΧΩΡΑ
ΒΕΛΓΙΟ	1.942.114	11.522.440	17%	42.183	729.839	6%
ΔΑΝΙΑ	953.118	5.822.763	16%	27.801	211.190	13%
ΕΛΛΑΔΑ	1.527.519	10.718.565	14%	9.141	188.131	5%
ΙΤΑΛΙΑ	7.727.554	59.641.488	13%	253.570	2.942.389	9%
ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ	871.036	5.525.292	16%	6.712	57.255	12%

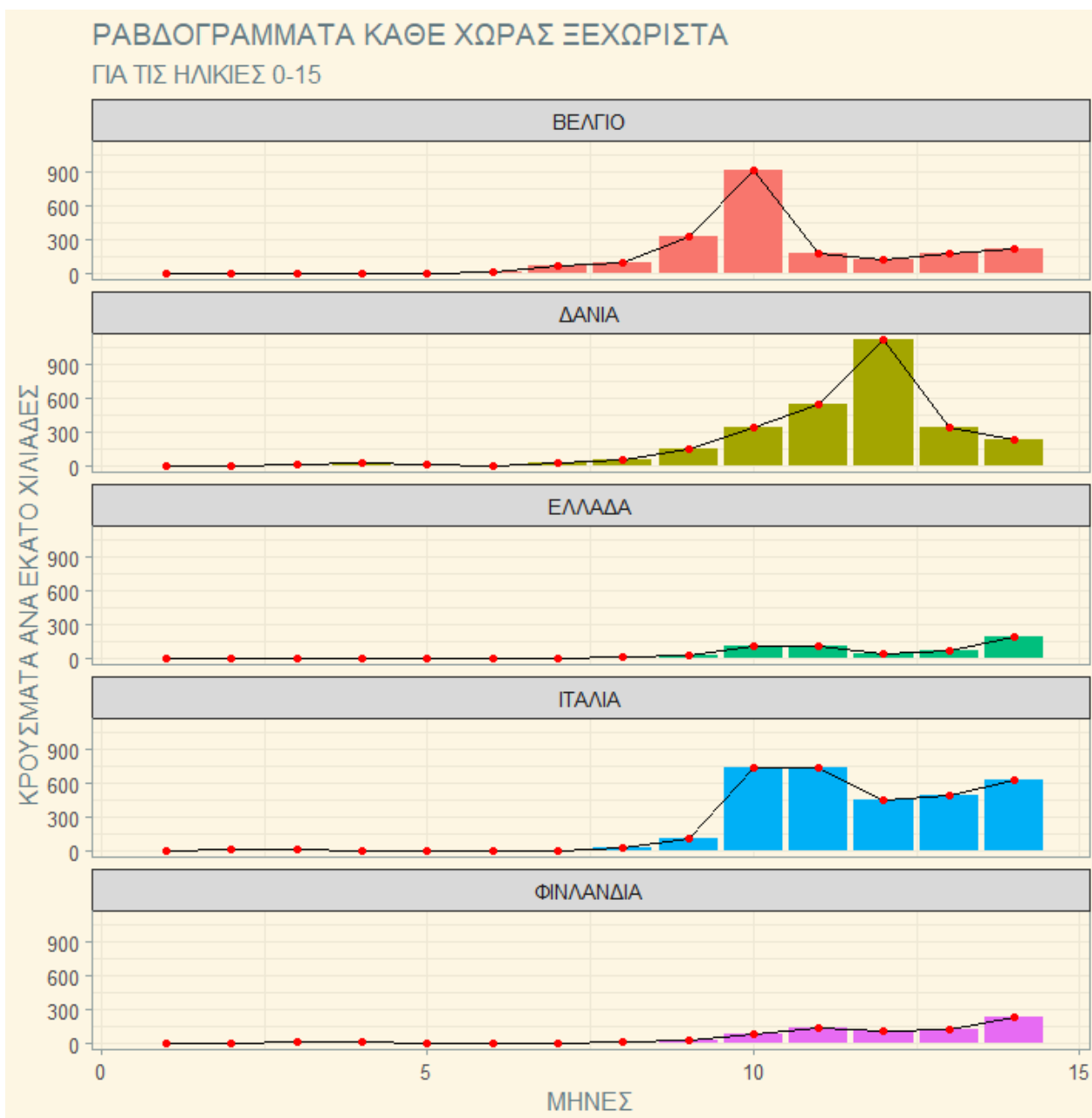
Πίνακας 3.23

Έχουμε σε γενικές γραμμές παρόμοια κατανομή πληθυσμού στην συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα ανάμεσα σε 13% – 17%. Γενικά τα κρούσματα σε αυτές τις ηλικίες κινήθηκαν σε χαμηλά επίπεδα στις περισσότερες χώρες με μια μικρή αύξηση σε Δανία και Φινλανδία.



Διάγραμμα 3.1

Σε αυτή την ηλικιακή ομάδα δεν έχουμε γενικά υψηλές τιμές. Παρατηρούμε ότι το Βέλγιο ξεκινάει με μια ανοδική πορεία ήδη από τον Ιούλιο, η οποία και κορυφώνεται τον Οκτώβρη και μειώνεται απότομα από τον επόμενο κιόλας μήνα. Αντίθετα στη Δανία, ξεκινάει να φαίνεται μια αύξηση ένα μήνα μετά του Βελγίου δηλαδή τον Αυγούστου και να κορυφώνεται 2 μήνες μετά από την κορύφωση του Βελγίου λαμβάνοντας την μεγαλύτερη τιμή 1118,12. Στη περίπτωση της Ελλάδας και της Φινλανδίας έχουμε χαμηλές τιμές καθ' όλη τη περίοδο, γεγονός που οφείλεται κατά κύριο λόγο και στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση η οποία ήταν σε ισχύ. Τέλος, μετά τον Σεπτέμβρη αποτυπώνεται σε όμοια επίπεδα αύξηση για την Ιταλία η οποία και μένει σχετικά υψηλά μέχρι τον Φεβρουάριο.



Διάγραμμα 33.2

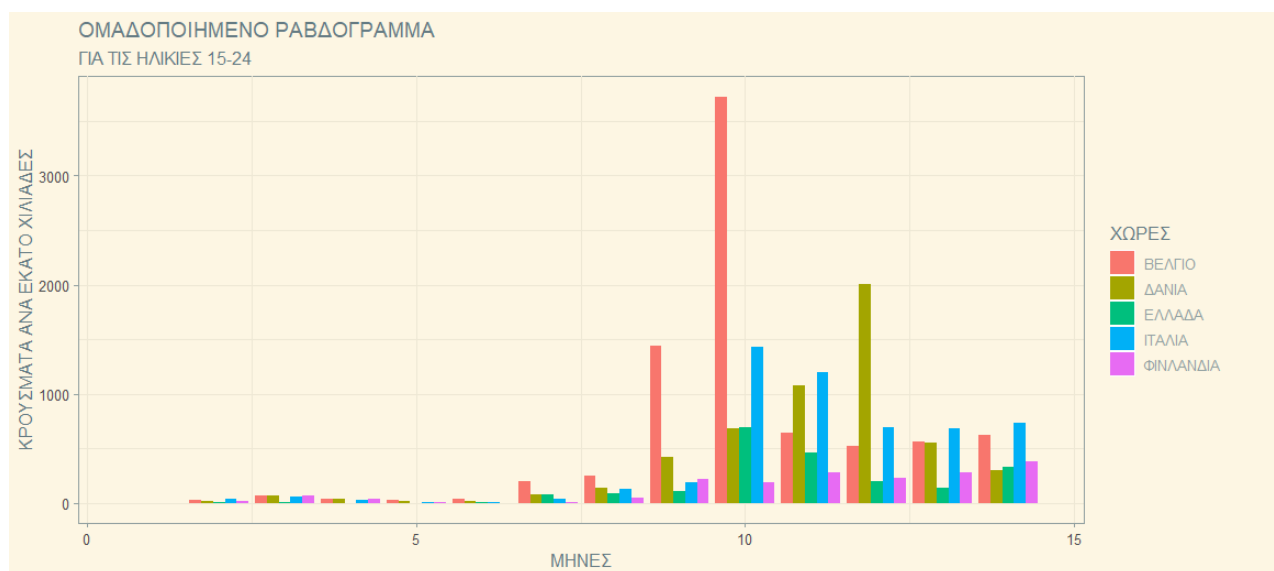
Στον συγκεκριμένο πίνακα η εικόνα είναι πιο ξεκάθαρη για την Ελλάδα και την Φινλανδία που κινήθηκαν σε χαμηλά επίπεδα σε αυτές της ηλικίες. Ενώ στο Βέλγιο, στη Δανία και στην Ιταλία μετά τον Οκτώβριο του 2020 φαίνεται να υπάρχει μια μικρή άνοδος, στις δυο πρώτες χώρες οι τιμές επανέρχονται σε χαμηλά επίπεδα μετά την κορύφωση ενώ στη περίπτωση της Ιταλίας αυτό δεν φαίνεται να ισχύει.

2. Συνεχίζουμε με την ηλικιακή ομάδα **15-24** και τους αντιστοίχους πληθυσμούς.

ΧΩΡΕΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΗΛΙΚΙΑΣ 15-24	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΧΩΡΑΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΗΛΙΚΙΑΣ ΑΝΑ ΧΩΡΑ	ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ ΗΛΙΚΙΑΣ 15- 24	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ ΧΩΡΑΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΡΟΥΣΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΧΩΡΑ
ΒΕΛΓΙΟ	1.308.759	11.522.440	11%	107.158	729.839	15%
ΔΑΝΙΑ	725.173	5.822.763	12%	39.470	211.190	19%
ΕΛΛΑΔΑ	1.109.311	10.718.565	10%	23.846	188.131	13%
ΙΤΑΛΙΑ	5.826.944	59.641.488	10%	306.731	2.942.389	10%
ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ	610.615	5.525.292	11%	10.903	57.255	19%

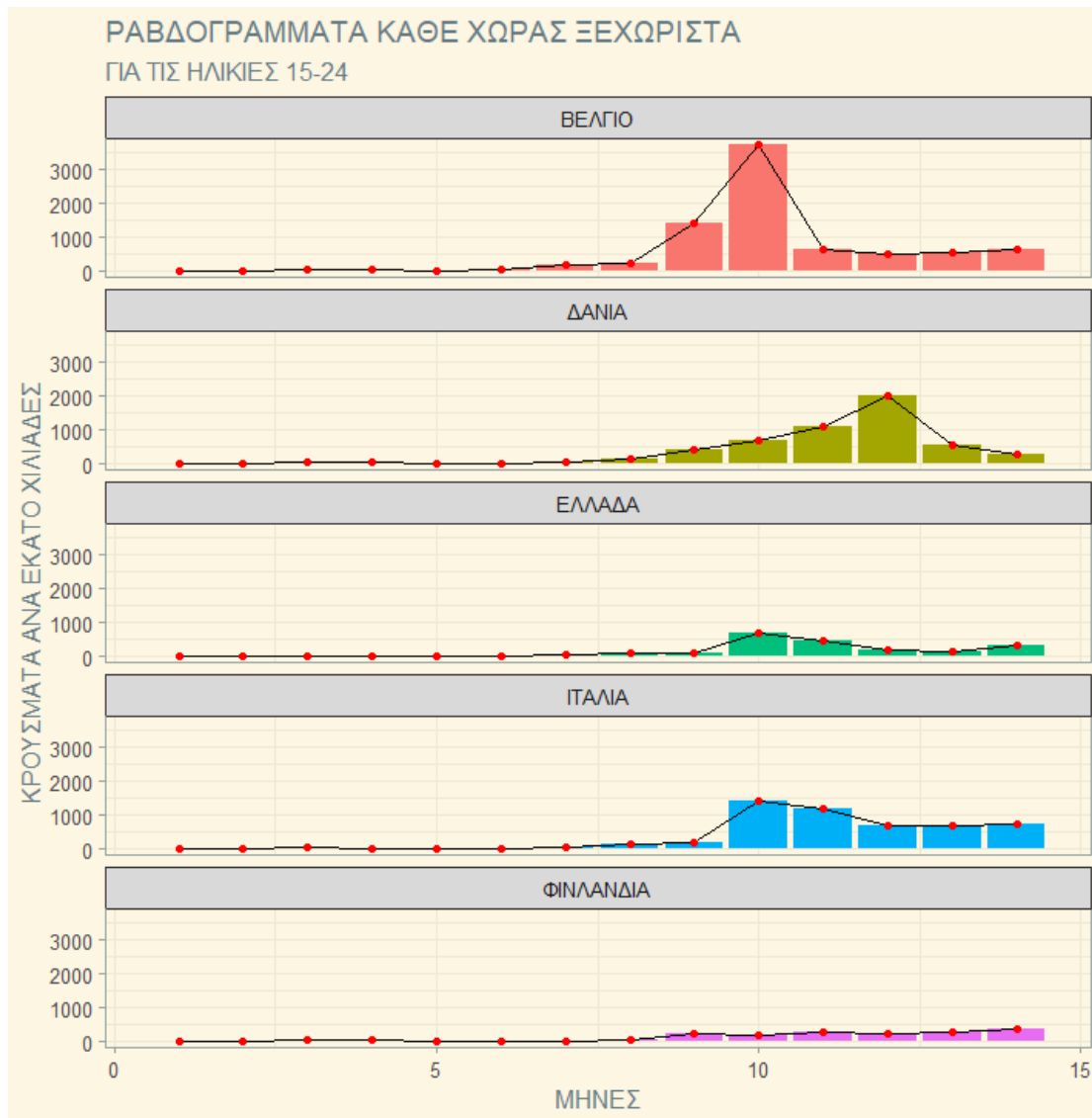
Πίνακας 3.24

Αρχικά οι πληθυσμοί σε αυτήν την ηλικιακή ομάδα είναι σχεδόν ίδιοι κοιτώντας τα ποσοστά καταλαβαίνουμε ότι λαμβάνουν από 10% - 12% του συνολικού πληθυσμού. Τα ποσοστά των κρουσμάτων ανά χώρα παραμένουν και εδώ σε χαμηλά επίπεδα σε σχέση με τα προηγούμενα όμως υπάρχει μια μικρή αύξηση σε κάθε χώρα.



Διάγραμμα 34.3

Έχουμε σε γενικές γραμμές την ίδια εικόνα με την πιο ακραία τιμή να είναι του Βελγίου τον μήνα Οκτώβριο του 2020 και συγκεκριμένα 3721,84. Η κορύφωση της Δανίας έρχεται ξανά 2 μήνες αργότερα μόνο που αυτή την φορά δεν ξεπερνά του Βελγίου αλλά περιορίζεται σχεδόν στο μισό της υψηλότερης τιμής δηλαδή στο 2001,31.



Διάγραμμα 3.4

Σε αυτό το σημείο διαπιστώνουμε ότι οι χώρες Βέλγιο, Ελλάδα και Ιταλία έχουν παρόμοια κατανομή με τη διαφορά ότι το Βέλγιο έχει πολύ μεγάλη αύξηση κατά τον μήνα Οκτώβριο του 2020. Επιπλέον, η Δανία μετά την ακραία της τιμή έχει μια συνεχόμενη κάθοδο των κρουσμάτων.

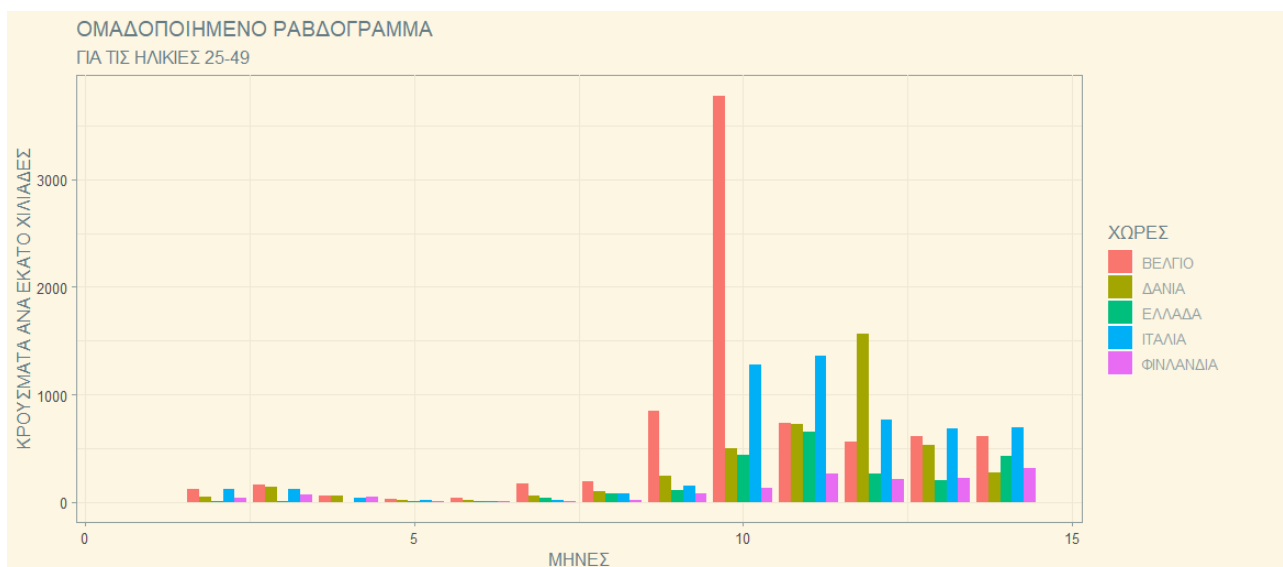


3. Έπειτα, έχουμε την ηλικιακή ομάδα **25-49**, με τους αντίστοιχους πληθυσμούς κάθε χώρας.

ΧΩΡΕΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΗΛΙΚΙΑΣ 25-49	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΧΩΡΑΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΗΛΙΚΙΑΣ ΑΝΑ ΧΩΡΑ	ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ ΗΛΙΚΙΑΣ 25- 49	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ ΧΩΡΑΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΡΟΥΣΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΧΩΡΑ
ΒΕΛΓΙΟ	3.751.281	11.522.440	33%	297443	729839	41%
ΔΑΝΙΑ	1.843.666	5.822.763	32%	78823	211190	37%
ΕΛΛΑΔΑ	3.497.414	10.718.565	33%	79331	188131	42%
ΙΤΑΛΙΑ	18.920.355	59.641.488	32%	1014748	2942389	34%
ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ	1.728.083	5.525.292	31%	25120	57255	44%

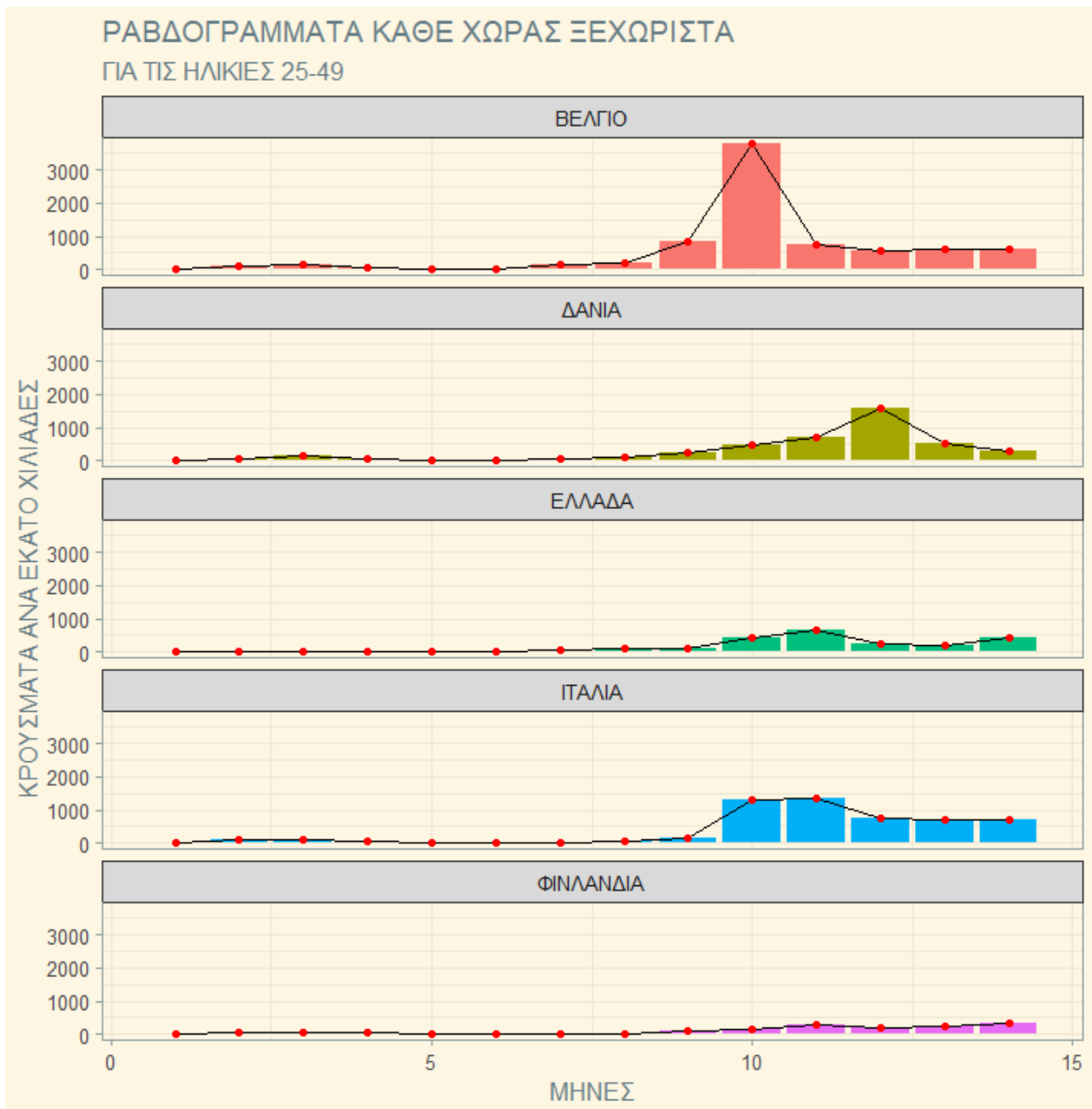
Πίνακας 3.25

Η συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα λαμβάνει την μεγαλύτερη ποσοστιαία τιμή καθώς πρόκειται και για την μεγαλύτερη σε εύρος ηλικίας ομάδα που περιέχει 24 χρόνια. Ούτε εδώ τα ποσοστά φαίνονται να έχουν μεγάλες μεταβολές ανάλογα με την χώρα ωστόσο, βλέπουμε ότι το ποσοστό κρουσμάτων ανά χώρα λαμβάνει υψηλές τιμές σε κάθε χώρα καθώς κυμαίνεται από 34% μέχρι και 44%.



Διάγραμμα 3.5

Στην ηλικιακή ομάδα 25-49 η εικόνα δεν είναι πολύ διαφορετική με την προηγούμενη που μόλις είδαμε. Για ακόμα μια φορά βλέπουμε το Βέλγιο να λαμβάνει την πιο μεγάλη τιμή στο λεγόμενο δεύτερο κύμα με τις Ιταλία και Δανία να ακολουθούν στους επόμενους μήνες με επίσης υψηλές τιμές.



Διάγραμμα 3.6

Άξιο αναφοράς στην συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα είναι ότι έχουμε τις πιο υψηλές τιμές που παρατηρούνται σε σχέση με τις υπόλοιπες ηλικίες. Ο μεγάλος αριθμός

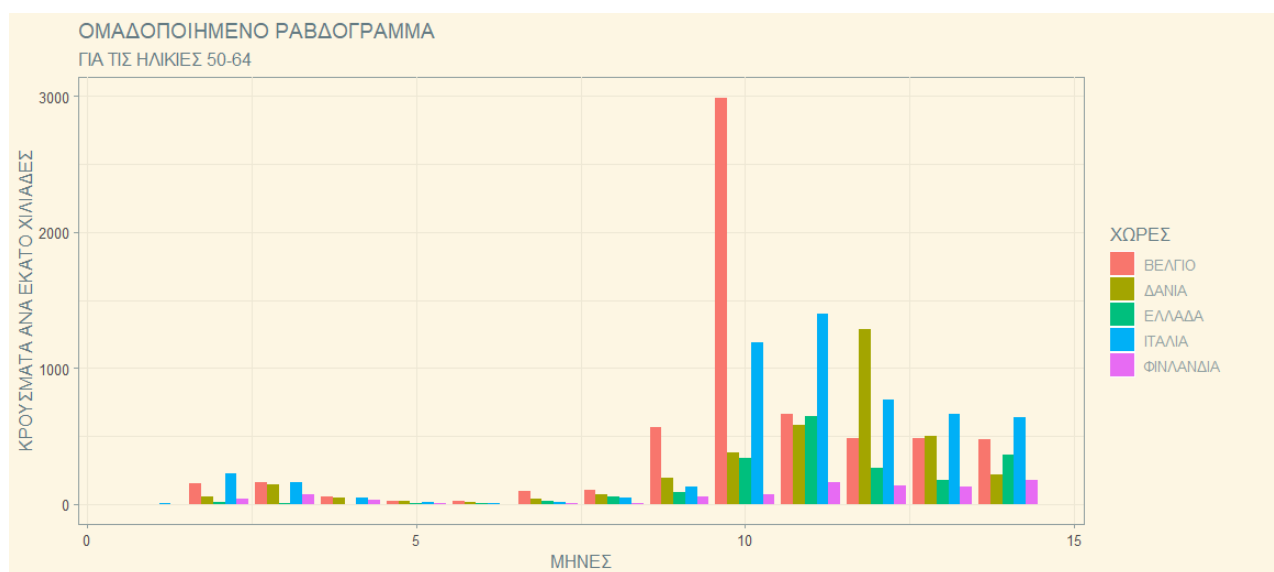
κρουσμάτων οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι η συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα αποτελεί το εργατικό δυναμικό τις εκάστοτε χώρες.

4. Παρακάτω έχουμε την ηλικιακή ομάδα **50-64** και τους πληθυσμούς για κάθε χώρα ξεχωριστά.

ΧΩΡΕΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΗΛΙΚΙΑΣ 50-65	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΧΩΡΑΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΗΛΙΚΙΑΣ ΑΝΑ ΧΩΡΑ	ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ ΗΛΙΚΙΑΣ 50- 65	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ ΧΩΡΑΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΡΟΥΣΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΧΩΡΑ
ΒΕΛΓΙΟ	2.315.644	11.522.440	20%	146039	729839	20%
ΔΑΝΙΑ	1.144.815	5.822.763	20%	40773	211190	19%
ΕΛΛΑΔΑ	2.198.121	10.718.565	21%	44048	188131	23%
ΙΤΑΛΙΑ	13.307.545	59.641.488	22%	705676	2942389	24%
ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ	1.084.284	5.525.292	20%	9712	57255	17%

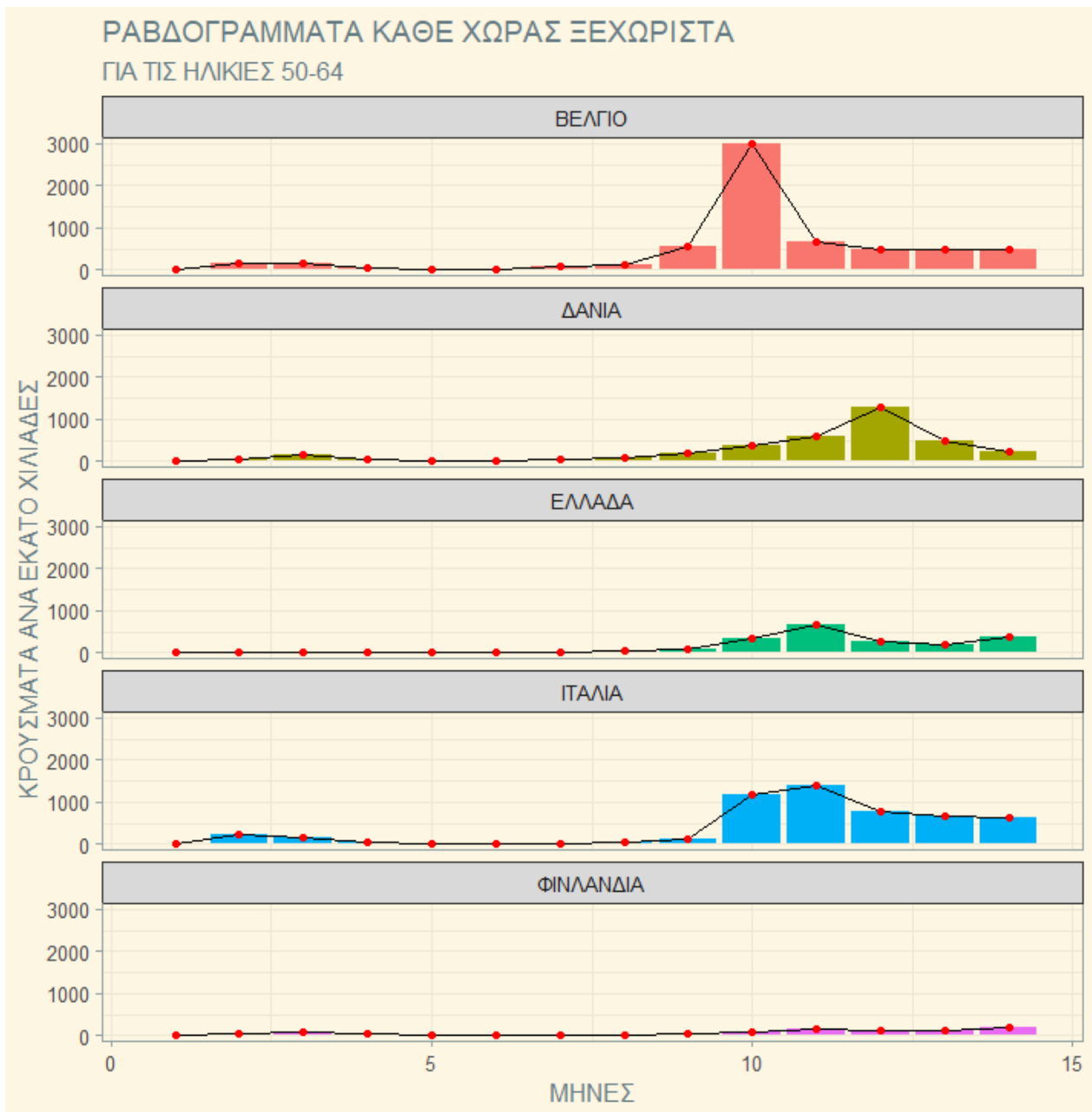
Πίνακας 3.26

Από τον πίνακα 3.26 παρατηρούμε ένα ποσοστό 20% της συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας του εκάστοτε πληθυσμού για τις χώρες Βέλγιο, Δανία και Φινλανδία ενώ η Ελλάδα και η Ιταλία έχουν διαφορετικό ποσοστό όχι ιδιαίτερα διαφορετικό 21% και 22% αντίστοιχα. Επίσης το ποσοστό κρουσμάτων ανά χώρα και σε αυτήν την ηλικιακή ομάδα είναι σε παρόμοια επίπεδα σε όλες τις χώρες από και κυμαίνεται από 17% μέχρι 24%.



Διάγραμμα 3.7

Παρατηρούμε για ακόμα μια φορά παρόμοια κατάσταση των κρουσμάτων με την προηγούμενη ηλικιακή ομάδα.



Διάγραμμα 35.8

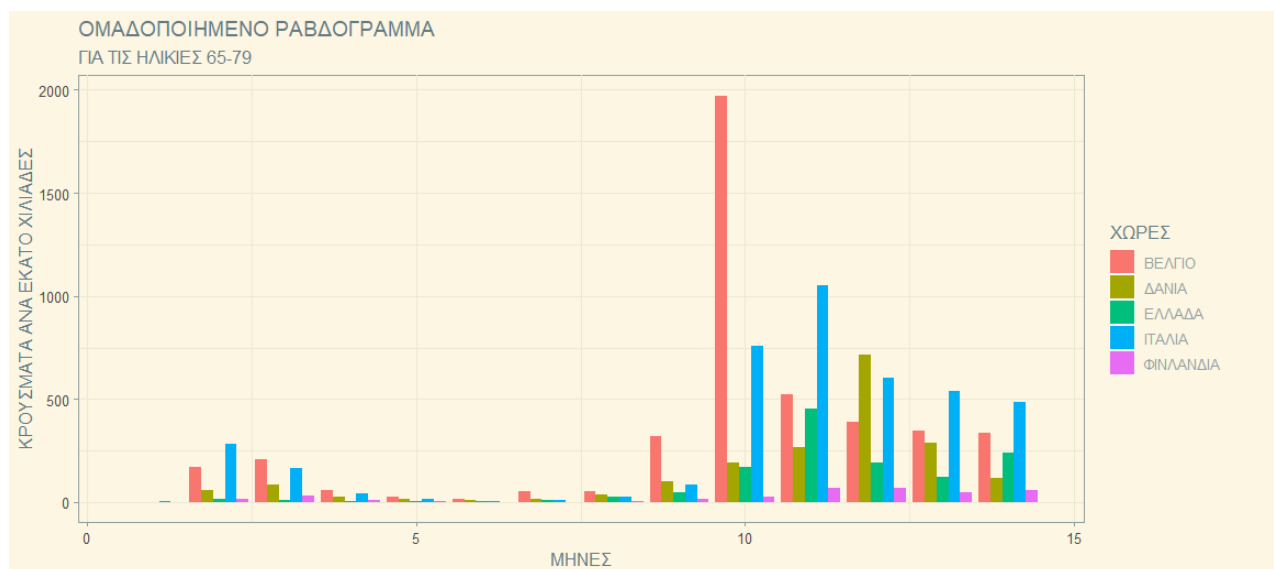
Συνεχίζοντας, η Φινλανδία έχει μια σταθερή πορεία με πολύ χαμηλές τιμές που θα δούμε στη συνέχεια ότι όσο αυξάνονται οι ηλικίες θα τείνει όλο και πιο πολύ να θυμίζει μια ευθεία γραμμή.

5. Για την ηλικιακή ομάδα **65-79** έχουμε την εξής εικόνα πρώτα στους πληθυσμούς κάθε χώρας.

ΧΩΡΕΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΗΛΙΚΙΑΣ 65-79	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΧΩΡΑΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΗΛΙΚΙΑΣ ΑΝΑ ΧΩΡΑ	ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ ΗΛΙΚΙΑΣ 65- 79	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ ΧΩΡΑΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΡΟΥΣΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΧΩΡΑ
ΒΕΛΓΙΟ	1.547.880	11.522.440	13%	69224	729839	9%
ΔΑΝΙΑ	883.665	5.822.763	15%	16946	211190	8%
ΕΛΛΑΔΑ	1.612.960	10.718.565	15%	20868	188131	11%
ΙΤΑΛΙΑ	9.439.387	59.641.488	16%	384955	2942389	13%
ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ	918.868	5.525.292	17%	3197	57255	6%

Πίνακας 3.27

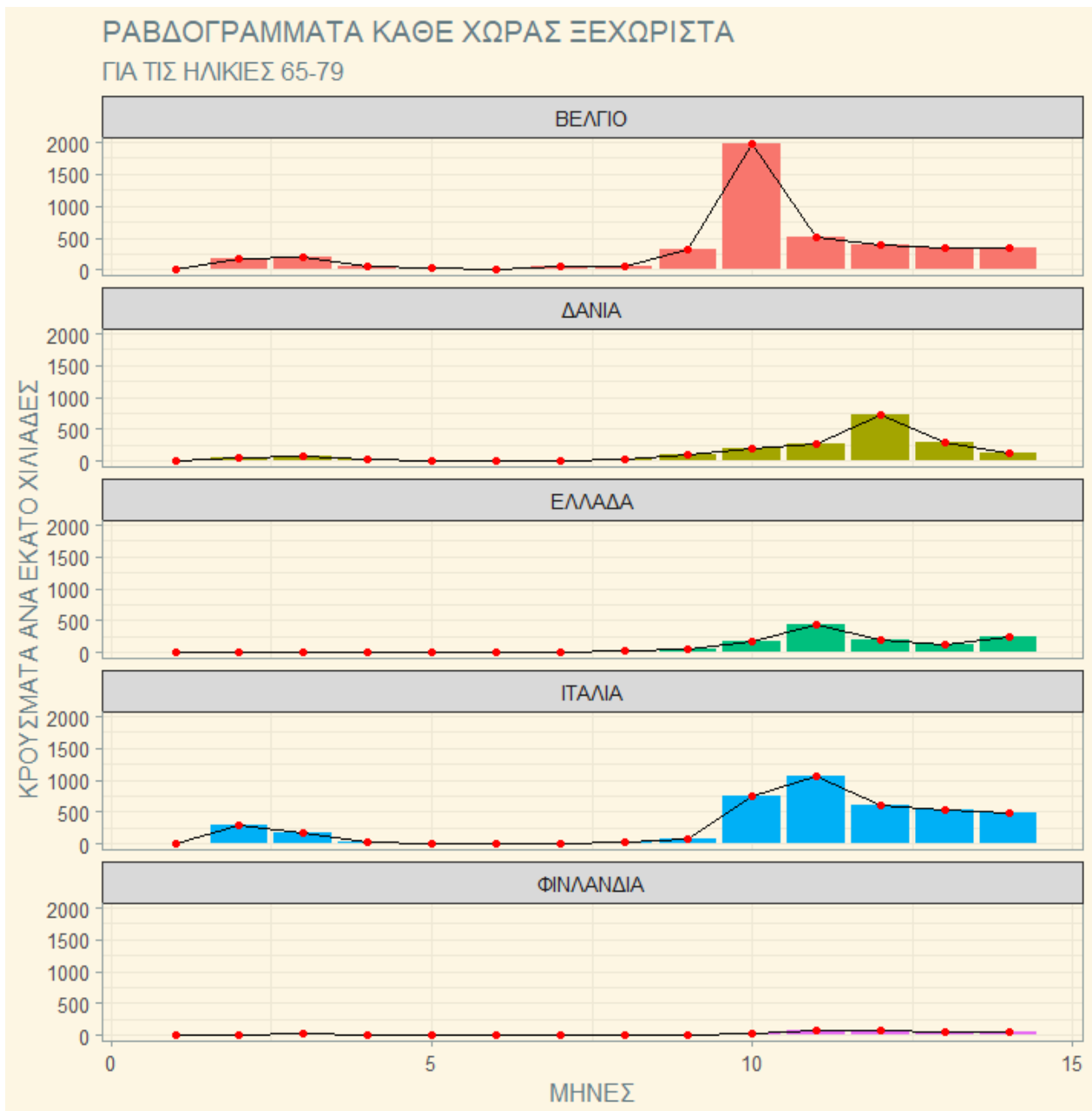
Σε αυτήν την ηλικιακή ομάδα τα ποσοστά αρχίζουν και μειώνονται καθώς πλησιάζουμε τις ηλικίες του μέσου προσδόκιμου ζωής κάθε χώρας η διακύμανση κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα και εδώ τις τάξεως του 4%. Το ποσοστό κρουσμάτων ανά χώρα εδώ ξεκινάει να πέφτει σε κάθε χώρα με τη Φινλανδία να λαμβάνει μέχρι και την τιμή 6%. Από την άλλη πλευρά, η Ελλάδα και η Ιταλία λαμβάνουν τις υψηλότερες τιμές με 11% και 13% αντίστοιχα



Διάγραμμα 3.9

Έπειτα έχουμε το πρώτο ομαδοποιημένο ραβδόγραμμα, που συναντάμε το οποίο φαίνεται να υπάρχουν σημαντικές τιμές από τους πρώτους μήνες της πανδημίας και

συγκεκριμένα τον Φεβρουάριο του 2020 και τον Μάρτιο του 2020 για τις χώρες Βέλγιο, η Ιταλία και Δανία. Όσον αφορά το δεύτερο κύμα οι τρεις αυτές χώρες είναι αυτές που πρωταγωνιστούν. Άξιο αναφοράς είναι η πορεία της Φινλανδίας που σε αυτή την ηλικιακή ομάδα έχει μια από τις πιο σταθερές πορείες ως τώρα.



Διάγραμμα 3.10

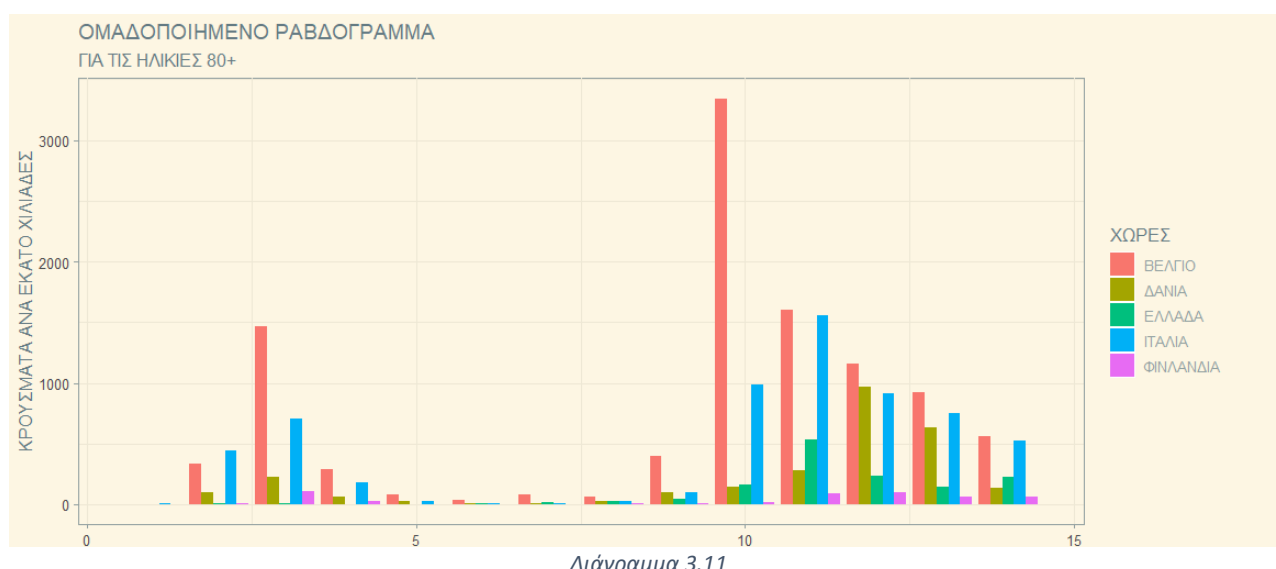
Ένα δείγμα τις επιρροής του πρώτου κύματος φαίνεται και στο παραπάνω διάγραμμα όπου οι χώρες που πλήγηκαν περισσότερο ήταν οι Ιταλία και το Βέλγιο.

6. Τελευταία ηλικιακή ομάδα έχουμε την **80+** μαζί με τους πληθυσμούς κάθε χώρας που ακολουθούν παρακάτω.

ΧΩΡΕΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΗΛΙΚΙΑΣ 80+	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΧΩΡΑΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΗΛΙΚΙΑΣ ΑΝΑ ΧΩΡΑ	ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ ΗΛΙΚΙΑΣ 80+	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ ΧΩΡΑΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΡΟΥΣΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΧΩΡΑ
ΒΕΛΓΙΟ	656.762	11.522.440	6%	67790	729839	9%
ΔΑΝΙΑ	272.326	5.822.763	5%	7377	211190	3%
ΕΛΛΑΔΑ	773.240	10.718.565	7%	10897	188131	6%
ΙΤΑΛΙΑ	4.419.703	59.641.488	7%	276707	2942389	9%
ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ	312.406	5.525.292	6%	1610	57255	3%

Πίνακας 3.28

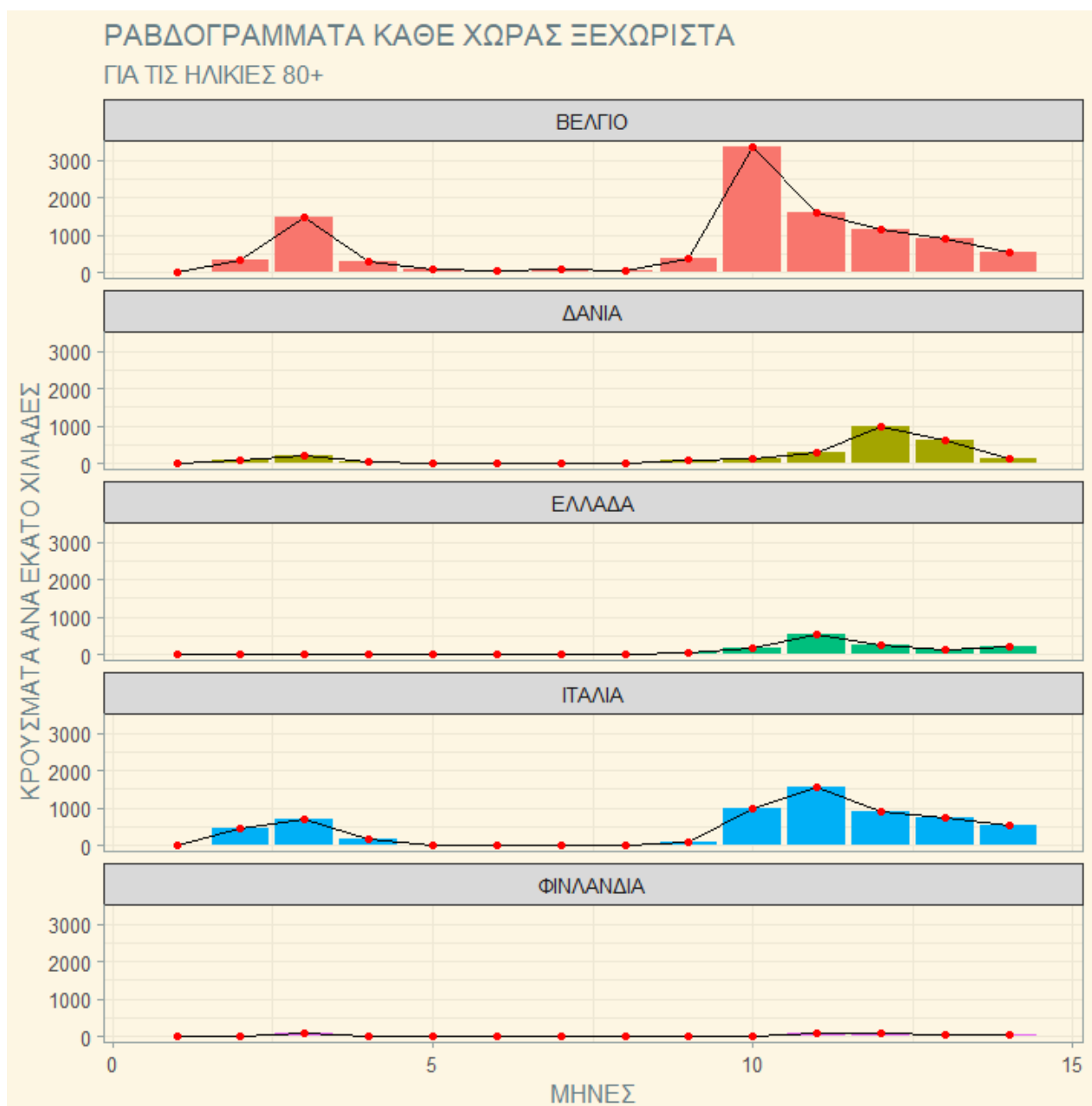
Η τελευταία ηλικιακή ομάδα καταρρίπτει μια κοινή πεποίθηση για την Ιταλία και την Ελλάδα οι οποίες έχουν χαρακτηριστεί από πολλούς ως γηράσκουσες χώρες. Πράγματι η εικόνα που έχουμε εδώ πρέπει να μας εγείρει ερωτήματα τέτοιου τύπου, ωστόσο ρίχνοντας μια γρήγορη ματιά και στην δεύτερη στήλη του πίνακα μπορούμε με ασφάλεια να πούμε πώς περισσότεροι άνθρωποι συνολικά αυτής της ηλικιακής ομάδας κατοικούν σε αυτές τις χώρες. Επίσης, η αποτύπωση του ποσοστού κρουσμάτων ανά χώρα στη συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα είναι πολύ σημαντικό αφού πρόκειται για τη μεγαλύτερη ομάδα είναι και η πιο ευάλωτη. Πιο αναλυτικά, υπάρχουν πιο πολλές πιθανότητες υψηλά ποσοστά σε αυτή τη κατηγορία να συνδέονται και με υψηλά ποσοστά στην θνησιμότητα του ιού. Πράγματι, η Ιταλία και το Βέλγιο έχουν 9%



αρκετά υψηλά σε σχέση με το 3% που έχουν οι Σκανδιναβικές χώρες που είχαν γενικότερα μια καλή πορεία. Η Ελλάδα εδώ τοποθετείται ακριβώς στη μέση λαμβάνοντας την τιμή 6%.

Παρατηρούμε μια μορφή που έχει δυο κορυφές σχεδόν για κάθε χώρα. Πιο έντονα παρατηρείται στην Ιταλία και στο Βέλγιο που ως πρώτες χώρες που επισκέφθηκε ο ιός μολύνθηκαν πιο πολλά κέντρα υποδομών που κατοικούσαν άτομα της συγκεκριμένης ηλικίας. Τα μέτρα που πάρθηκαν λειτούργησαν ευεργετικά για τις χώρες καθώς τα κρούσματα σχεδόν μηδενίστηκαν για μια περίοδο. Έπειτα έχουμε μια ξαφνική αύξηση τον Οκτώβριο τόσο για το Βέλγιο όσο και την Ιταλία σε μικρότερο βαθμό. Για να έχουμε μια καλύτερη αίσθηση αυτής της μεταβολής τον Σεπτέμβρη το Βέλγιο είχε 398,77 κρούσματα ανά εκατό χιλιάδες ανθρώπους ηλικιών 80+ ενώ τον αμέσως επόμενο μήνα 3342,61. Με διαφορετικά λογία μιλάμε για μια μηνιαία αύξηση της τάξεως 838%.





Διάγραμμα 3.12

## Κεφάλαιο 4

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλύσουμε τις επιδημιολογικές συσχετίσεις, μεταξύ των χωρών που ασχολούμαστε, κατά το πέρας της πανδημίας σε μηνιαία βάση. Προκύπτει άραγε συσχέτιση των κρουσμάτων (4.1) και ύστερα των θανάτων (4.2) μεταξύ αυτών των χώρων; Έπειτα, θα δούμε την συσχέτιση των θανάτων με τα κρούσματα (4.3) για κάθε χώρα από αυτές που μελετάμε ξεχωριστά (Ελλάδα, Ιταλία, Δανία, Βέλγιο, Φινλανδία). Πριν δούμε όλα αυτά όμως, θα κάνουμε μια σύντομη αναφορά στους δύο πιο γνωστούς συντελεστές γραμμικής συσχέτισης του Pearson και του Spearman.

### 4.1 Συντελεστής Γραμμικής Συσχέτισης του Pearson

Ο δειγματικός συντελεστής γραμμικής συσχέτισης του Pearson συμβολίζεται με  $r$  και ορίζεται από τον τύπο:

$$r = \frac{s_{xy}}{s_x \cdot s_y}$$

όπου,

$$s_{xy} = Cov(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}}{n-1}$$

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{και} \quad s_y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Επομένως,

$$r = \frac{s_{xy}}{s_x \cdot s_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \cdot \bar{x}^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n y_i^2 - n \cdot \bar{y}^2}}$$

Ο πληθυσμιακός συντελεστής γραμμικής συσχέτισης του Pearson ορίζεται ανάλογα και συμβολίζεται με  $\rho$ .

Ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης  $r$  δίνει ένα μέτρο του μεγέθους της γραμμικής συσχέτισης μεταξύ δύο μεταβλητών. Παίρνει τιμές στο κλειστό διάστημα  $[-1, 1]$ .

#### Απόδειξη:

Για κάθε  $\lambda \in \mathbb{R}$  ισχύει  $\sum ((x_i - \bar{x}) + (y_i - \bar{y}))^2 \geq 0$

Άρα  $\sum ((x_i - \bar{x})^2 + \lambda^2 \cdot (y_i - \bar{y})^2 + 2 \cdot \lambda \cdot (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})) \geq 0$  ή

$\sum (x_i - \bar{x})^2 + \lambda^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2 + 2 \cdot \lambda \cdot \sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}) \geq 0$  ή

$\lambda^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2 + \lambda \cdot 2 \cdot \sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}) + \sum (x_i - \bar{x})^2 \geq 0$

Επειδή η τελευταία ανισότητα ισχύει για κάθε  $\lambda \in \mathbb{R}$ , θα είναι  $\beta^2 - 4\alpha\gamma \leq 0$  και άρα

$4 \cdot (\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}))^2 \leq 4 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2 \cdot \sum (x_i - \bar{x})^2 \Leftrightarrow$

$(\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}})^2 \leq 1 \Leftrightarrow r^2 \leq 1 \Leftrightarrow |r| \leq 1 \Leftrightarrow -1 \leq r \leq 1$

Ο βαθμός γραμμικής συσχέτισης καθορίζεται από την απόλυτη τιμή του  $r$ . Το πρόσημο του  $r$  καθορίζει το είδος, της συσχέτισης (θετική ή αρνητική). Μας πληροφορεί δηλαδή για το αν αύξηση της μιας μεταβλητής αντιστοιχεί σε αύξηση (+) ή σε μείωση (-) της άλλης μεταβλητής.

Για παράδειγμα η τιμή  $r = -0,9$  δείχνει ισχυρότερη γραμμική συσχέτιση από την τιμή  $r = 0,8$  ενώ οι τιμές  $r = -0,6$  και  $r = 0,6$  δείχνουν ίδιο βαθμό γραμμικής συσχέτισης αλλά αντίθετο είδος.

Πιο συγκεκριμένα:

- Όταν  $r = \pm 1$  υπάρχει **τέλεια** γραμμική συσχέτιση.
- Όταν  $-1 < r \leq -0,8$  ή  $0,8 \leq r < 1$  υπάρχει **πολύ ισχυρή** γραμμική συσχέτιση.
- Όταν  $-0,8 < r \leq -0,7$  ή  $0,7 \leq r < 0,8$  υπάρχει **ισχυρή** γραμμική συσχέτιση.
- Όταν  $-0,7 < r \leq -0,5$  ή  $0,5 \leq r < 0,7$  υπάρχει **μέση** γραμμική συσχέτιση.
- Όταν  $-0,5 < r \leq -0,3$  ή  $0,3 \leq r < 0,5$  υπάρχει **ασθενής** γραμμική συσχέτιση.
- Όταν  $-0,3 \leq r < 0,3$  **δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση**. Ωστόσο, δεν αποκλείεται να υπάρχει άλλου είδους συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών.

Ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης  $r$  χρησιμοποιείται ως μια εκτιμήτρια του πληθυσμιακού συντελεστή γραμμικής συσχέτισης  $\rho$ , μόνο όταν τα ζεύγη προέρχονται από τυχαία δειγματοληψία. Δεν έχει, επομένως, μεγάλη χρησιμότητα σε πειραματικές έρευνες, όπου οι τιμές της μιας μεταβλητής ελέγχονται-καθορίζονται από τον ερευνητή (Γ. Παπαδόπουλος, 2021).

#### 4.1.2 Συσχέτιση δε σημαίνει αιτιότητα

Όταν σε μια μη πειραματική έρευνα (δειγματοληψία) δύο μεταβλητές  $X$  και  $Y$  βρίσκονται συσχετισμένες αυτό σημαίνει μόνο ότι οι μεταβλητές αυτές συνδέονται με κάποια σχέση. Δε συνεπάγεται, κατ' ανάγκη, αιτιότητα. Οι δύο μεταβλητές μπορεί βεβαία να συνδέονται με σχέση αιτιότητας, μπορεί όμως, όχι.

*Για παράδειγμα, μπορεί και οι δύο να επηρεάζονται από μια τρίτη μεταβλητή. Ας δούμε δύο παραδείγματα:*

1) Παρατηρήθηκε ότι το ύψος των μαθητών ενός σχολείου, ηλικίας 6 έως 13 ετών, έχει ισχυρή θετική γραμμική συσχέτιση με την αντιληπτική ικανότητα των μαθητών. Προφανώς η αντιληπτική ικανότητα των μαθητών δεν επηρεάζεται από το ύψος τους. Απλώς τόσο η πνευματική όσο και η φυσική ανάπτυξη των μικρών μαθητών επηρεάζονται παράλληλα από άλλους παράγοντες.

2) Παρατηρήθηκε ότι οι πωλήσεις ταχύπλοων στο Sydney είχαν, για μια μακρά περίοδο, ισχυρή θετική συσχέτιση με τις πωλήσεις έγχρωμων τηλεοράσεων στη Melbourne. Προφανώς, τόσο οι πωλήσεις ταχύπλοων όσο και οι πωλήσεις έγχρωμων τηλεοράσεων ήταν συνάρτηση γενικότερων ευνοϊκών οικονομικών παραγόντων.

Είναι, κατά συνέπεια, φανερό ότι η πρόχειρη ή επιπόλαιη ερμηνεία και χρήση του  $r$  οδηγεί πολλές φορές σε παρερμηνείες ή και σε λανθασμένα συμπεράσματα. Για αιτιολογικά συμπεράσματα, σχεδόν πάντοτε, απαιτείται πειραματισμός. Σε κάθε περίπτωση, αιτιώδη σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών δεχόμαστε μόνον όταν υπάρχει επιστημονική ή λογική βάση που την υπαγορεύει.

Με  $S_{xy}$  συμβολίζουμε τη δειγματική συνδιασπορά των μεταβλητών  $X$  και  $Y$ . Η πληθυσμιακή συνδιασπορά ορίζεται ανάλογα και συμβολίζεται με  $\sigma_{xy}$ . Εκφράζει τη

συμμεταβολή-συσχέτιση δύο μεταβλητών μέσω του αθροίσματος των γινομένων των αποκλίσεων των τιμών τους από τους αντίστοιχους μέσους. Μεγάλες τιμές της υποδηλώνουν ότι υπάρχει συμμεταβολή-συσχέτιση ενώ μικρές τιμές της υποδηλώνουν ότι δεν υπάρχει συμμεταβολή-συσχέτιση. Όμως, δε χρησιμοποιείται ως μέτρο συσχέτισης δύο μεταβλητών διότι επηρεάζεται από τις μονάδες στις οποίες εκφράζονται οι μεταβλητές (Γ. Παπαδόπουλος, 2021).

#### 4.1.3 Συντελεστής Γραμμικής Συσχέτισης rho

Πρόκειται για έναν από τους σημαντικότερους δείκτες συνάφειας στο χώρο της στατιστικής. Περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο συσχετίζονται δύο ομάδες δεδομένων που αφορούν διαφορετικές μεταβλητές και εκφράζει τη σχέση που έχουν μεταξύ τους, όταν οι μετρήσεις γίνονται με χρήση τακτικής κλίμακας. Ο τύπος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του είναι:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum D^2}{N(N-1)}$$

Στο παραπάνω τύπο έχουμε όπου το σύμβολο  $\Sigma$  (από την αγγλική λέξη sum) σημαίνει άθροισμα, το  $D$  (από τη λέξη difference) αναφέρεται στη διαφορά στη σειρά κατάταξης μεταξύ των δύο περιπτώσεων και τέλος το  $N$  (από τη λέξη number) αντιστοιχεί στο πλήθος των παρατηρήσεων.

Για να αποφασίσουμε αν ο δείκτης συνάφειας που προκύπτει από την εφαρμογή του τύπου δηλώνει σχέση στατιστικά σημαντική, συγκρίνουμε την ευρεθείσα τιμή (ανεξαρτήτως πρόσημου) με αυτήν που δίνεται σε πίνακες κριτικών τιμών (critical values) που συναντά κανείς έτοιμους σε βιβλία στατιστικής ανάλογα με τον αριθμό των περιπτώσεων ( $N$ ) και με το επιθυμητό επίπεδο σημαντικότητας (level of significance). Αν η τιμή που έχει υπολογιστεί, ως απόλυτη τιμή (χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το πρόσημο), είναι μεγαλύτερη ή ίση της κριτικής τιμής, τότε υπάρχει στατιστικά σημαντική συνάφεια μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών. Στην περίπτωση αυτή εξετάζεται το πρόσημο. Όταν είναι θετικό, δηλώνει ανάλογη σχέση, δηλαδή όσο αυξάνεται ή μειώνεται η μία μεταβλητή, ανάλογα αυξάνεται ή μειώνεται και η άλλη. Όταν είναι αρνητικό, η σχέση είναι αντιστρόφως ανάλογη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μία μεταβλητή, μειώνεται η άλλη.

Ο συντελεστής συνάφειας του Spearman (τον οποίο και θα εφαρμόσουμε) προτιμάται όταν η μέτρηση των μεταβλητών έχει γίνει με τακτική κλίμακα όπως στην περίπτωση μας ανά μήνα, και για το λόγο αυτό ορισμένοι τον θεωρούν τον πλέον κατάλληλο για τις ανάγκες ελέγχου συσχέτισης μεταβλητών.

Ο οποίος παίρνει τιμές στο κλειστό διάστημα  $[-1, 1]$ . Αν συμφωνούν πλήρως οι δύο κατατάξεις έχουμε  $\rho = 1$ , ενώ όταν η μια διάταξη είναι ριζικά διαφορετική από την άλλη έχουμε  $\rho = -1$ . Η τιμή 0 δείχνει το μικρότερο βαθμό συσχέτισης. Στην περίπτωση που έχουμε πολλές ισοβαθμίες ο συντελεστής  $\rho$  δεν είναι αξιόπιστος και επομένως ενδείκνυται ο δείκτης Kendall W. Αν και από πολλούς θεωρείται δείκτης στην πραγματικότητα πρόκειται για ένα είδους τεστ ελέγχου της αντοχής της συσχέτισης και όχι για έναν συγκεκριμένο δείκτη (Cohen, 2008 · Manion, 2008 · Morrison, 2008 · Κασσωτάκης, 2010 · Τσοπάνογλου, 2010).

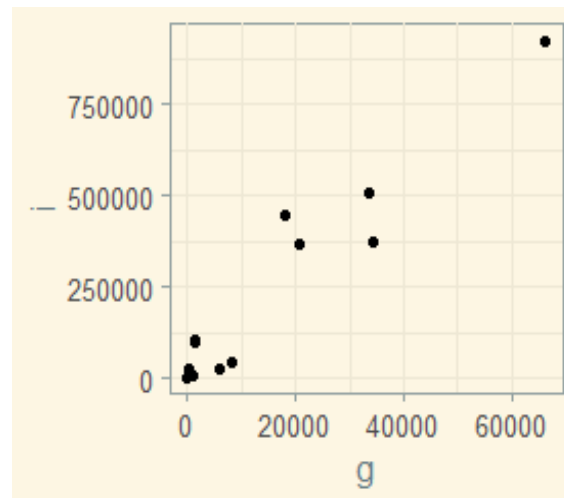
#### 4.2 Συσχετίσεις κρουσμάτων

Αρχικά θα προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε συσχέτιση μέσω των διαγραμμάτων διασποράς για να πάρουμε μια εικόνα των κρουσμάτων COVID-19 ανάμεσα στα ζεύγη χωρών. Στην πράξη, υπολογίζουμε το συντελεστή γραμμικής συσχέτισης στις περιπτώσεις μόνο που το διάγραμμα διασποράς (στικτό διάγραμμα) έχει σχήμα επιμήκους κεκλιμένης έλλειψης ή πλατυσμένου J. Αν, όμως, τον υπολογίσουμε και σε περιπτώσεις που το διάγραμμα διασποράς έχει άλλη μορφή, η τιμή του η οποία θα είναι μικρή, δεν συνεπάγεται μη συσχέτιση αλλά μη γραμμική συσχέτιση. Είναι, δηλαδή, δυνατόν να υπάρχει μεγάλη μη γραμμική συσχέτιση.

Οι χώρες των οποίων τα κρούσματα θα επεξεργαστούμε είναι οι εξής: Ελλάδα, Ιταλία, Βέλγιο, Δανία, Φιλανδία δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο 10 διαφορετικούς συνδυασμούς. Η ανάλυση έχει πραγματοποιηθεί σε βάθος 13 μηνών από το πρώτο μήνα και το ξέσπασμα της πανδημίας δηλαδή τον Φεβρουάριο 2020 ,μέχρι το Φεβρουάριο του 2021.Στους κάτωθι πίνακες το μικρό γράμμα στους άξονες αναφέρεται στην αντίστοιχη χώρα που εξετάζεται (g για Greece, i για Italy, b για Belgium ,d για Denmark, f για Finland).

## ΕΛΛΑΔΑ

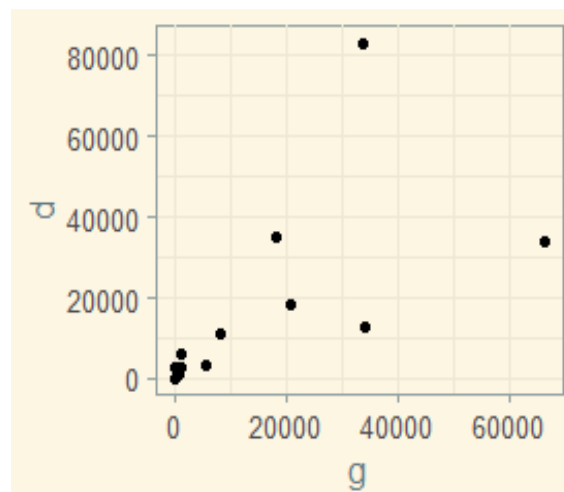
Ελλάδα-Ιταλία:



Διάγραμμα 4.1

Παρατηρούμε μια συσχέτιση ήδη από το κοινό διάγραμμα διασποράς που μοιάζει στο ζητούμενο J. Υπολογίζοντας και το συντελεστή συσχέτισης του Spearman αργότερα θα δούμε ότι είναι ίσος με 0.8791209 και άρα υπάρχει **πολύ ισχυρή** γραμμική συσχέτιση.

Ελλάδα-Δανία:

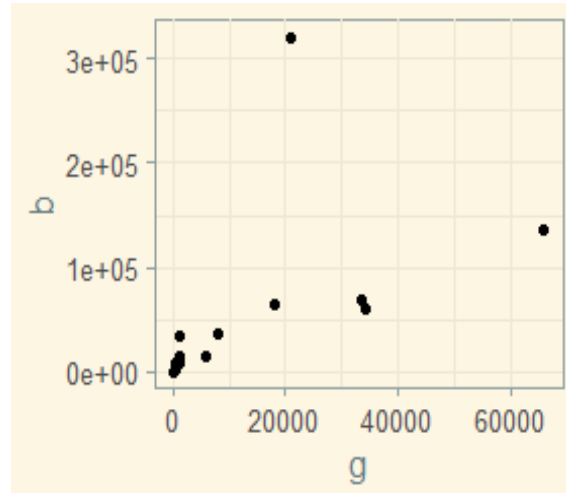


Διάγραμμα 4.2

Και εδώ έχουμε μια παρόμοια εικόνα με μία τιμή να αποκλίνει κατά πολύ η οποία αντιστοιχεί στον μήνα Δεκέμβριο όπου συγκέντρωσε τα περισσότερα κρούσματα για

την Δανία (82998) και ο συντελεστής μας παίρνει την τιμή 0.8901099 άρα έχουμε μια **πολύ ισχυρή** γραμμική συσχέτιση.

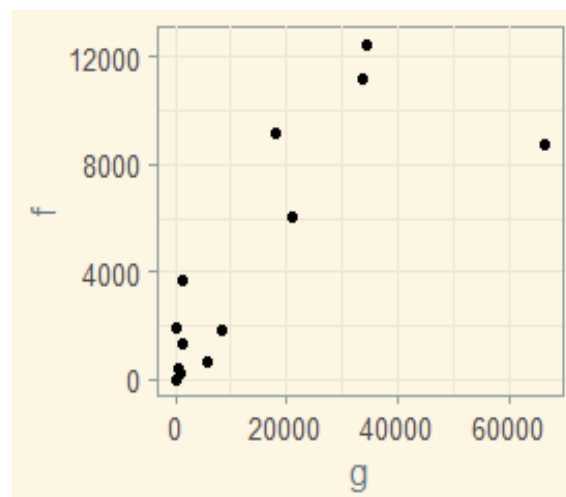
Ελλάδα-Βέλγιο:



Διάγραμμα 4.3

Ακόμα μια παρόμοια εικόνα με τις προηγούμενες με άλλη μία ακραία τιμή εκτός της νοητής γραμμής, αυτή αντιστοιχεί στον μήνα Οκτώβριο όπου το Βέλγιο είχε μία τετραγωνική αύξηση στα κρούσματα του σε ύψος 320057, η συσχέτιση εδώ είναι πάλι **πολύ ισχυρή** καθώς παίρνει την τιμή 0.9120879.

Ελλάδα-Φινλανδία:



Διάγραμμα 4.4

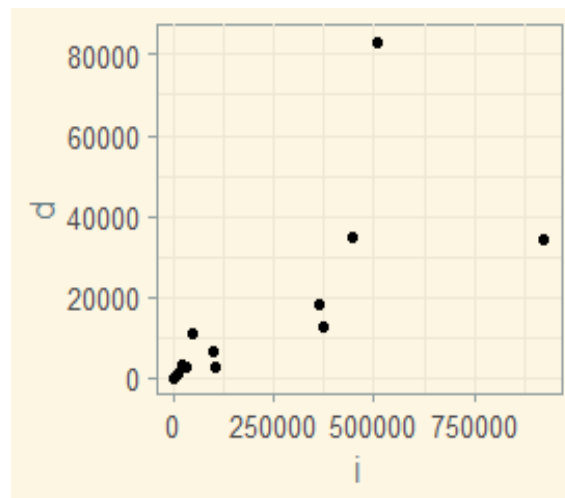


Αν και παραμένει σε υψηλά επίπεδα 0.8131868 η συσχέτιση οριακά χαρακτηρίζεται **πολύ ισχυρή**. Επίσης παρατηρούμε μια ακραία τιμή κατά τον μήνα Νοέμβριο με 66020 κρούσματα για την Ελλάδα.

## ΙΤΑΛΙΑ

*Ελλάδα-Ιταλία* (ο συνδυασμός καλύφθηκε)

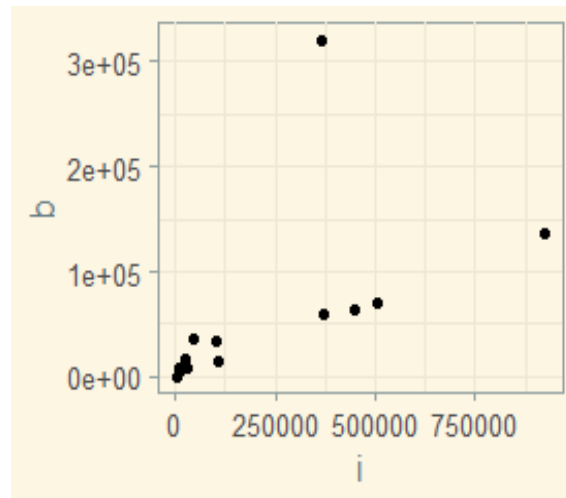
Ιταλία-Δανία:



Διάγραμμα 4.5

Παρατηρούμε ότι οι τιμές συμφωνούν και έχουμε μια **πολύ ισχυρή** γραμμική συσχέτιση με 0.9285714 την μεγαλύτερη ως τώρα, με δυο ακραίες τιμές, όπου η μία αντιστοιχεί στον προαναφερθέντα μήνα Δεκέμβριο για την Δανία και τον μήνα Νοέμβριο όπου τα κρούσματα της Ιταλία έφτασαν τα 922124.

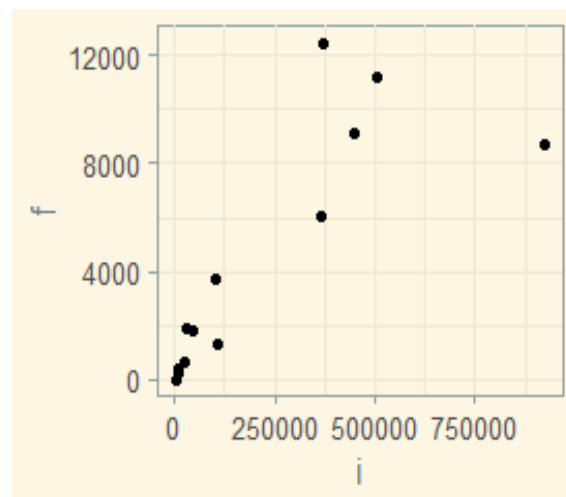
Ιταλία-Βέλγιο:



Διάγραμμα 4.6

Ξανά παρατηρούμε ότι οι τιμές υπακούουν στη μορφή που θέλουμε και έχουμε μια **πολύ ισχυρή** γραμμική συσχέτιση με 0.8901099. Την ακραία τιμή στο άνω μέρος του διαγράμματός την έχουμε ξαναμελετήσει και αντιστοιχεί στον Οκτώβριο του Βελγίου.

Ιταλία-Φιλανδία:



Διάγραμμα 4.7

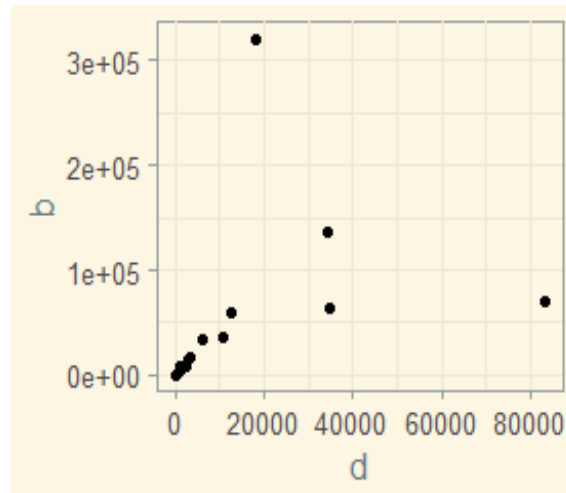
Έχουμε μια **πολύ ισχυρή** γραμμική συσχέτιση με 0.9120879 όπως αποτυπώνει και το σχήμα, χωρίς να φαίνονται ακραίες τιμές με μεγάλες αποκλίσεις όπως προηγουμένως.

## ΔΑΝΙΑ

Ελλάδα-Δανία (ο συνδυασμός καλύφθηκε)

Ιταλία-Δανία (ο συνδυασμός καλύφθηκε)

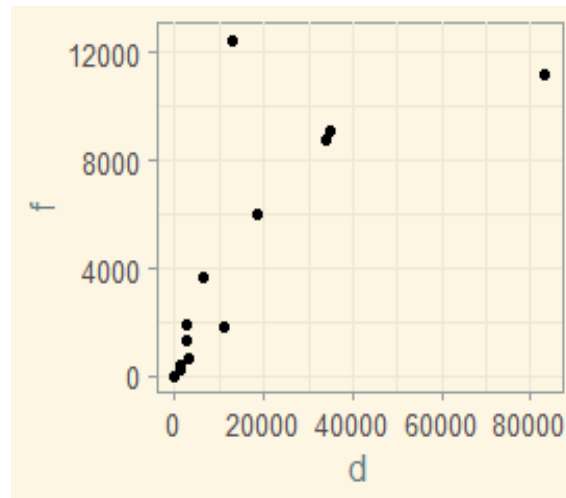
Δανία-Βέλγιο:



Διάγραμμα 4.8

0.9450549 είναι η **ισχυρότερη** συσχέτιση που θα εντοπίσουμε για τα κρούσματα μεταξύ όλων των χωρών, στο σχήμα παρατηρούμε μία απόλυτη αρχικά γραμμική συσχέτιση η οποία στην συνέχεια φαίνεται να αραιώνει με ακραίες τιμές τον Οκτώβριο του Βελγίου, όπου σε αντίθεση η Δανία βρισκόταν σε χαμηλά ακόμα επίπεδα, δείχνοντας όμως την δραματική εξέλιξή της κατά τον μήνα Δεκέμβριο στην δεύτερη ακραία τιμή στο δεξί μέρος του διαγράμματος.

Δανία-Φινλανδία:



Διάγραμμα 4.9

Ακόμα μια παρόμοια εικόνα με τις προηγούμενες **πολύ ισχυρή** συσχέτιση καθώς παίρνει την τιμή 0.8956044, χωρίς να φαίνονται ακραίες τιμές με μεγάλες αποκλίσεις.

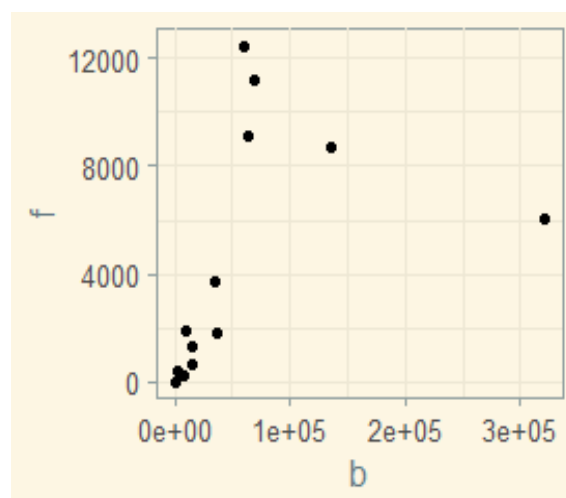
## ΒΕΛΓΙΟ

*Ελλάδα-Βέλγιο* (ο συνδυασμός καλύφθηκε)

*Ιταλία-Βέλγιο* (ο συνδυασμός καλύφθηκε)

*Δανία-Βέλγιο* (ο συνδυασμός καλύφθηκε)

Βέλγιο-Φινλανδία:



Διάγραμμα 4.10

Δεν έχουμε κάτι διαφορετικό και εδώ βρίσκουμε **πολύ ισχυρή** συσχέτιση με τιμή 0.8406593, στο σχήμα μας παρατηρούμε μία σχετική αρμονία εκτός από την έκρηξη κρουσμάτων που παρουσιάζεται όπως προαναφέραμε κατά τον μήνα Οκτώβριο στο Βέλγιο και παράλληλα κατά τον ίδιο μήνα υπήρξε τριπλασιασμός των κρουσμάτων της Φινλανδίας από 1815 στα 6018.

### ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ

*Φινλανδία-Ελλάδα* (ο συνδυασμός καλύφθηκε).

*Φινλανδία-Ιταλία* (ο συνδυασμός καλύφθηκε).

*Φινλανδία-Δανία* (ο συνδυασμός καλύφθηκε).

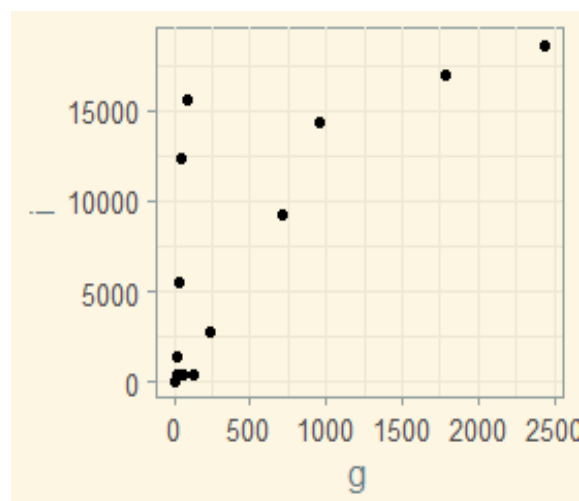
*Φινλανδία-Βέλγιο* (ο συνδυασμός καλύφθηκε).

## 4.3 Συσχετίσεις Θανάτων

Ακριβώς την ίδια διαδικασία θα ακολουθήσουμε και για τους θανάτους από COVID-19 κάθε ζεύγους που δημιουργείται από τις χώρες που μελετάμε. Ξανά κάνοντας πρώτα το διάγραμμα διασποράς και υπολογίζοντας έπειτα τον δείκτη του Spearman ( $\rho$ ). Η δομή ακολουθεί το ίδιο μοτίβο με το προηγούμενο κεφάλαιο (4.1).

### ΕΛΛΑΔΑ

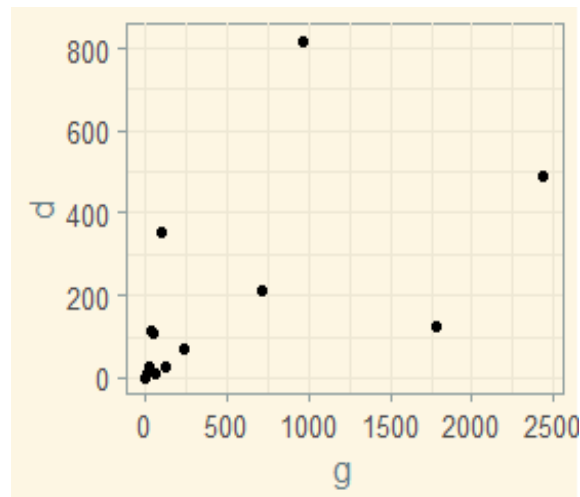
Ελλάδα-Ιταλία:



Διάγραμμα 4.11

Ξεκινάμε με μια εικόνα όχι τόσο ξεκάθαρη όσο οι προηγούμενες, στο εν λόγω ζεύγος έχουμε **ισχυρή** γραμμική συσχέτιση με 0.7472527

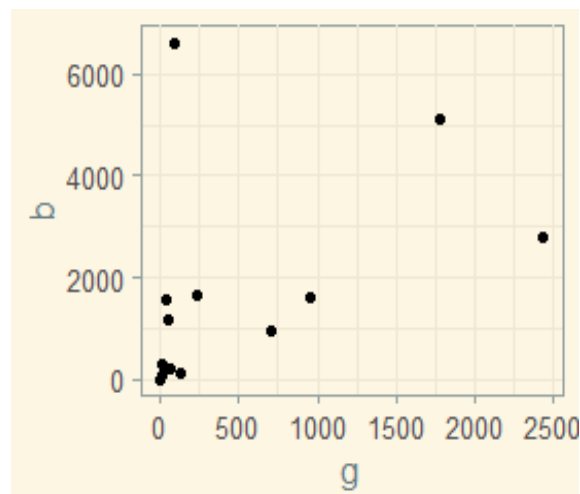
Ελλάδα-Δανία:



Διάγραμμα 4.12

Εδώ βλέπουμε, ότι το διάγραμμα μας αρχίζει να ανοίγει, παρατηρούμε μεγάλες αποκλίσεις πράγμα το οποίο θα επαληθευτεί και με τον συντελεστή που παίρνει την τιμή 0.7482813 και έχουμε άλλη μια **ισχυρή** γραμμική συσχέτιση.

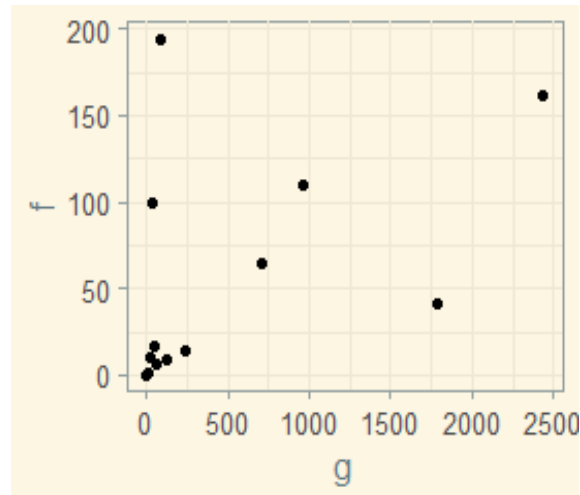
Ελλάδα-Βέλγιο:



Διάγραμμα 4.13

Στο παραπάνω διάγραμμα πλέον οι τιμές ξεκινάνε να αποκλίνουν από το ζητούμενο και έχουμε 0.6868132, δηλαδή μια **μέση** γραμμική συσχέτιση.

Ελλάδα-Φινλανδία:



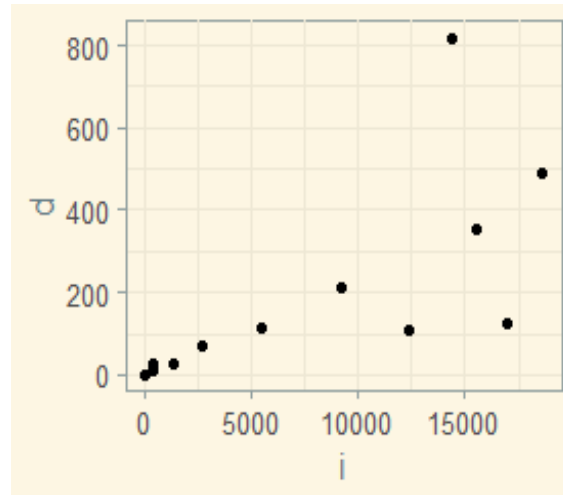
Διάγραμμα 4.14

Στο τελευταίο ζεύγος για την Ελλάδα παρατηρούμε και την μικρότερη τιμή συσχέτισης για θανάτους 0.6373626 μια **μέση** γραμμική συσχέτιση και στο διάγραμμα φαίνεται το πόσο έχουν απλωθεί τα σημεία, δίνοντας μας την πιο αδύναμη συσχέτιση μέχρι στιγμής. Αυτή η απόκλιση είναι φανερή και στα δεδομένα μας παρατηρώντας πως υπάρχει και διαφορά στον όγκο αλλά και στον τρόπο κατανομής τους.

## ΙΤΑΛΙΑ

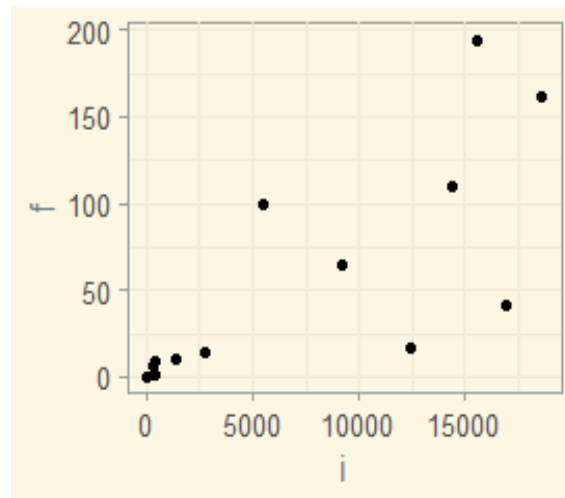
Ελλάδα-Ιταλία (ο συνδυασμός καλύφθηκε)

Ιταλία-Δανία:





Ιταλία-Φινλανδία:



Διάγραμμα 4.17

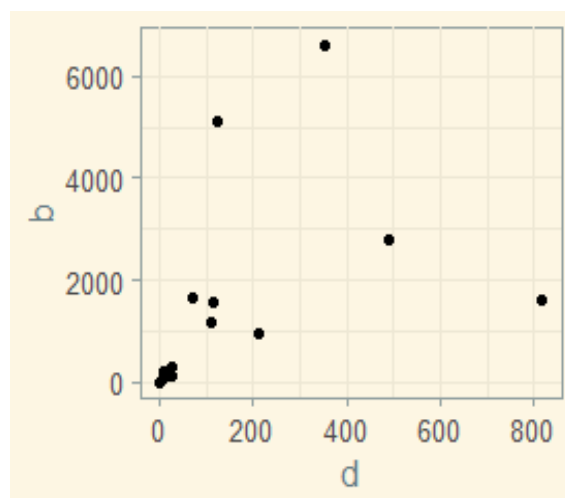
Εδώ διακρίνουμε αυτή τη φορά ένα πιο αραιό διάγραμμα, όμως έχουμε μία σχεδόν ίδια τιμή στον δείκτη με 0.8956044.

## ΔΑΝΙΑ

*Ελλάδα-Δανία* (ο συνδυασμός καλύφθηκε)

*Ιταλία-Δανία* (ο συνδυασμός καλύφθηκε)

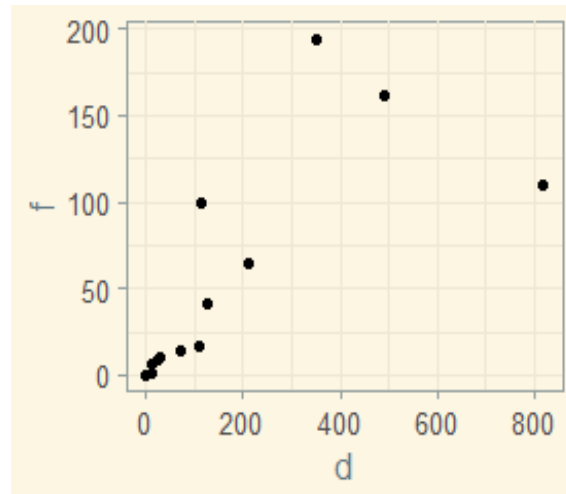
Δανία-Βέλγιο:



Διάγραμμα 4.18

Αν και παραμένει σε υψηλά επίπεδα 0.8198082 η συσχέτιση οριακά χαρακτηρίζεται **πολύ ισχυρή**, αυτό οφείλεται με βάση το σχήμα στην μεγάλη διαφορά στην αρχή των αξόνων που παρατηρείται συγκέντρωση έναντι της συνέχειας που φέρει και την ακραία τιμή της Δανίας που είδαμε κατά τον μήνα Ιανουάριο, καθώς και την υψηλή τιμή που παρουσιάζει το Βέλγιο κατά τον μήνα Απρίλιο με 6605 θανάτους.

Δανία-Φινλανδία:



Διάγραμμα 4.19

Η **ισχυρότερη** συσχέτιση με τιμή 0.9601109 ήταν αναμενόμενο να τι βρούμε ανάμεσα στις δυο σκανδιναβικές χώρες που εξετάζουμε, βέβαια είναι ακόμα φανερή η ακραία τιμή της Δανίας κατά τον μήνα Ιανουάριο.

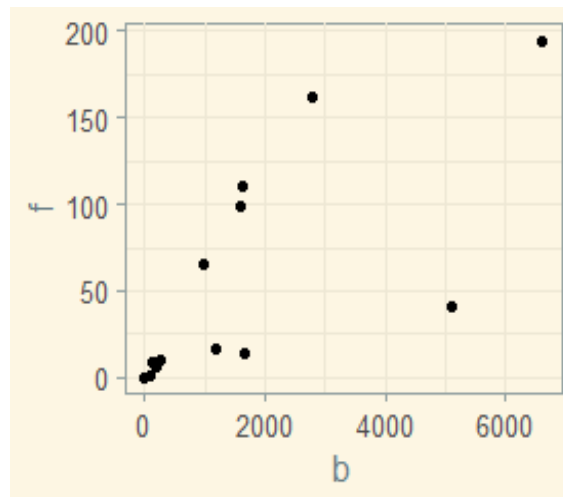
## **ΒΕΛΓΙΟ**

*Ελλάδα-Βέλγιο* (ο συνδυασμός καλύφθηκε).

*Ιταλία-Βέλγιο* (ο συνδυασμός καλύφθηκε).

*Δανία-Βέλγιο* (ο συνδυασμός καλύφθηκε).

Βέλγιο-Φινλανδία:



Διάγραμμα 4.20

Τέλος οι τιμές σε αυτό το διάγραμμα φαίνεται να είναι απομακρυσμένες, έχουν όμως το σχήμα που επιζητούμε και την τιμή να τις χαρακτηρίζει **πολύ ισχυρά** συσχετισμένες με 0.8571429. Η τιμή που παρατηρούμε στο άνω δεξί μέρος του διαγράμματος ανήκει στον μήνα Απρίλιο που έχουμε μελετήσει σε προηγούμενο συνδυασμό για το Βέλγιο όμως τώρα έχουμε παρόμοια αύξηση από την μεριά της Φινλανδίας που φτάνει στους 194 θανάτους, όπου αποτελεί και την μέγιστη τιμή της.

## ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ

*Φινλανδία-Ελλάδα* (ο συνδυασμός καλύφθηκε).

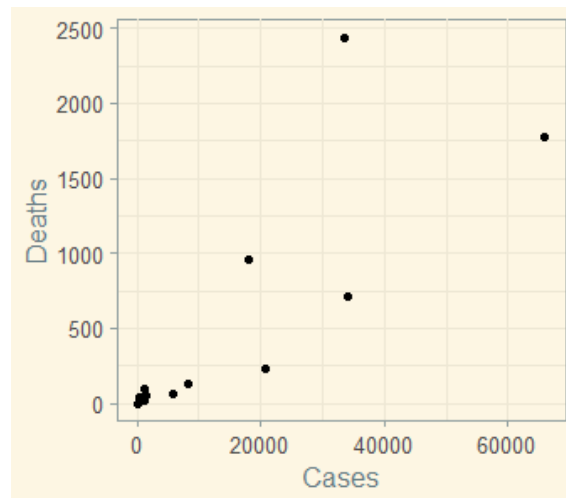
*Φινλανδία-Ιταλία* (ο συνδυασμός καλύφθηκε).

*Φινλανδία-Δανία* (ο συνδυασμός καλύφθηκε).

*Φινλανδία-Βέλγιο* (ο συνδυασμός καλύφθηκε).

#### 4.4 Συσχετίσεις Θανάτων με Κρούσματα

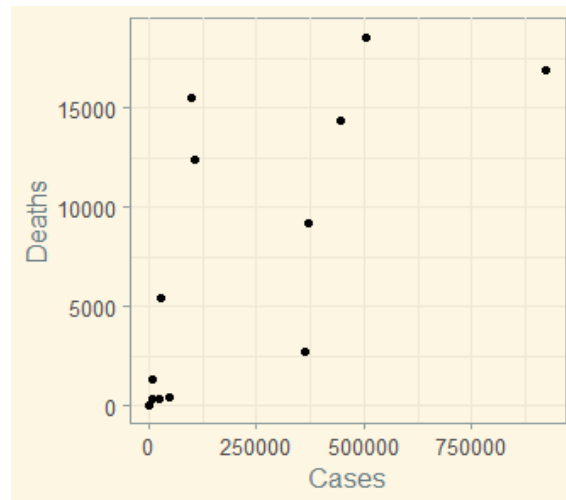
ΕΛΛΑΔΑ



Διάγραμμα 4.21

Παρατηρούμε μια **πολύ ισχυρή** συσχέτιση, μεταξύ των θανάτων με των κρουσμάτων, με τιμή 0.9230769. Σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες που μελετάμε η Ελλάδα κατέχει την υψηλότερη τιμή σε αυτήν την κατηγορία, αναμενόμενο, καθώς οι θάνατοι διατηρήθηκαν σε ψηλές τιμές ανά μήνα και κατά το δεύτερο κύμα της πανδημίας οπότε κυμαίνονται αρμονικά με τα κρούσματα σε αντίθεση με τις υπόλοιπες χώρες που υπήρξε αισθητή μείωση. Στο δεξί μέρος του διαγράμματος ξεχωρίζει ο τριπλασιασμός των κρουσμάτων του Νοεμβρίου στα 66020 με αντίστοιχους μηνιαίους θανάτους να οκταπλασιάζονται στους 1780 από 235.

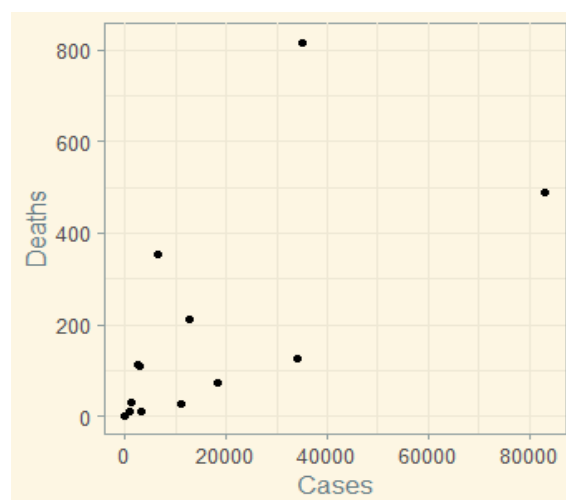
**ITALIA**



Διάγραμμα 4.22

Συνεχίζουμε , με την Ιταλία που παρουσιάζει ένα **πολύ ισχυρό** βαθμό συσχέτισης συγκεκριμένα λαμβάνει την τιμή 0.8626374. Εύκολα από το διάγραμμα αναγνωρίζουμε τις μεγάλες απώλειες που είχε τον Μάρτιο , Οκτώβρη , Νοέμβρη και Δεκέμβρη οι οποίες ξεπέρασαν τις 15.000, με την άνω δεξιά τιμή του Νοεμβρίου να αγγίζει παράλληλα τα 922124 κρούσματα.

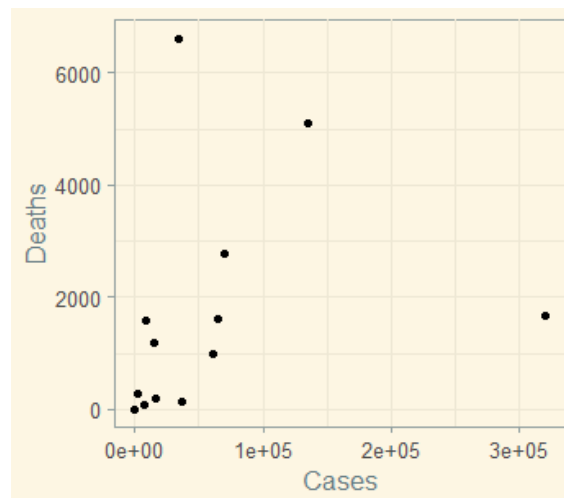
**ΔΑΝΙΑ**



Διάγραμμα 4.23

Ακόμα μια παρόμοια εικόνα με τις προηγούμενες με αυτή τη φορά η τιμή να ισούται με 0.7482813. Επομένως, η γραμμική συσχέτιση χαρακτηρίζεται **ισχυρή**. Παρατηρούμε δύο απομακρυσμένες τιμές, η άνω αντιστοιχεί στον μήνα Ιανουάριο όπου συναντάμε τους περισσότερους θανάτους (817) ενώ παράλληλα τα κρούσματα μειώνονται και η δεξιά ανήκει στον μήνα Δεκέμβριο με 82998.

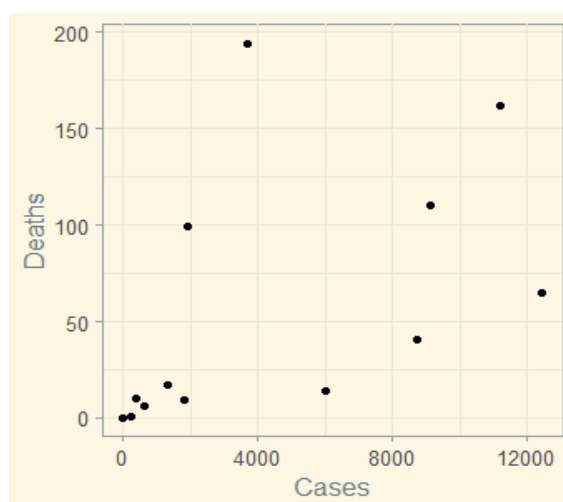
## **ΒΕΛΓΙΟ**



Διάγραμμα 4.24

Η χαμηλότερη τιμή εντοπίζεται στο Βέλγιο η οποία είναι 0.6868132. Έτσι, έχουμε **μέση** συσχέτιση για αυτήν την περίπτωση άρα οι εκάστοτε αυξήσεις κρουσμάτων δεν συνάδουν με αυτές των θανάτων. Η αρχή της πανδημίας βρήκε το Βέλγιο απροετοίμαστο καθώς οι νεκροί έφτασαν 6.605 τον Απρίλιο. Ενώ, τον Οκτώβριο που εμφανίστηκαν τα πιο πολλά κρούσματα 320.057 οι απώλειες ήταν σχεδόν οι υποτετραπλάσιες (1676).

## ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ



Διάγραμμα 4.25

Τελευταία έχουμε την Φινλανδία όπου οι παρατηρήσεις φαίνονται να είναι διάσπαρτες σε όλο το διάγραμμα διασποράς λόγω των λίγων θυμάτων συγκριτικά με τα κρούσματα. Ωστόσο, η τιμή Spearman είναι 0.7912088 και αρά έχουμε οριακά μια **ισχυρή** συσχέτιση.

### 4.5 Πίνακες Συγκρίσεων

Παραθέτουμε , και σε συγκεντρωτική μορφή τα αποτελέσματα τις τιμές Spearman, μαζί με τον βαθμό συσχέτισης και κάθε αντίστοιχο πίνακα αναφοράς που είδαμε σε αυτό το κεφάλαιο, για ευκολία σύγκρισης κάθε ζεύγους ξεχωριστά.

ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ			
Χώρες	Τιμή Spearman	Βαθμός Συσχέτισης	Πίνακας
Ελλάδα-Ιταλία	0.879	Πολύ ισχυρός	4.1
Ελλάδα-Δανία	0.890	Πολύ ισχυρός	4.2
Ελλάδα-Βέλγιο	0.912	Πολύ ισχυρός	4.3
Ελλάδα-Φινλανδία	0.813	Πολύ ισχυρός	4.4

Ιταλία-Δανία	0.928	Πολύ ισχυρός	4.5
Ιταλία-Βέλγιο	0.890	Πολύ ισχυρός	4.6
Ιταλία-Φινλανδία	0.912	Πολύ ισχυρός	4.7
Δανία-Βέλγιο	0.945	Πολύ ισχυρός	4.8
Δανία-Φινλανδία	0.895	Πολύ ισχυρός	4.9
Βέλγιο-Φινλανδία	0.840	Πολύ ισχυρός	4.10

Πίνακας 4.1

Παρατηρούμε πως ανεξαρτήτως συνδυασμού οι χώρες της Ευρώπης έχουν παρόμοια **κατανομή στην εμφάνιση κρουσμάτων ανά μηνά, παρόλο που όπως είδαμε στα γραφήματα του δευτέρου κεφαλαίου υπάρχουν κύριες διαφορές στον όγκο τους.**

Επίσης, ο βαθμός συσχέτισης ανεξαρτήτου ζεύγους είναι κάθε φορά **πολύ ισχυρός**. Εύλογα συμπεραίνουμε πως όταν επήλθαν οι καλοκαιρινοί μήνες τα κρούσματα μειώθηκαν σε κάθε χώρα. Επομένως οι υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούσαν εκείνη την περίοδο έδωσαν μια ανάσα σε όλες τις χώρες που μελετάμε.

Έπειτα, ακολουθεί αντίστοιχος πίνακας και για τους θανάτους.

ΘΑΝΑΤΟΙ			
Χώρες	Τιμή Spearman	Βαθμός Συσχέτισης	Πίνακας
Ελλάδα-Ιταλία	0.747	Ισχυρός	4.11
Ελλάδα-Δανία	0.748	Ισχυρός	4.12
Ελλάδα-Βέλγιο	0.686	Μέσος	4.13
Ελλάδα-Φινλανδία	0.637	Μέσος	4.14
Ιταλία-Δανία	0.921	Πολύ ισχυρός	4.15
Ιταλία-Βέλγιο	0.890	Πολύ ισχυρός	4.16
Ιταλία-Φινλανδία	0.895	Πολύ ισχυρός	4.17
Δανία-Βέλγιο	0.819	Πολύ ισχυρός	4.18
Δανία-Φινλανδία	0.960	Πολύ ισχυρός	4.19
Βέλγιο-Φινλανδία	0.857	Πολύ ισχυρός	4.20

Πίνακας 4.2



Ερχόμαστε λοιπόν σε θέση να επιβεβαιώσουμε την μεγάλη διαφορά που έδειξε η Ελλάδα στην κατανομή των θανάτων της, κυρίως κατά το δεύτερο κύμα της πανδημίας, όπως είδαμε και στα προηγούμενα κεφάλαια, καθώς οι συσχετισμοί της με αυτών των υπολοίπων χωρών βρίσκεται σε χαμηλότερο βαθμό. Τα αίτια για αυτά τα αποτελέσματα ανήκουν σε πολλούς και ποικίλους παράγοντες.

Η ισχυρότερη συσχέτιση παρατηρείται στις χώρες που είχαν παρόμοια πορεία καθ' όλη τη διάρκεια της πανδημίας και αυτές είναι η Δανία με την Φινλανδία. Χώρες γειτονικές, με παρόμοιο πληθυσμό οι οποίες αντιμετώπισαν την κατάσταση με παραδειγματικό τρόπο.

Τέλος, ο συγκεντρωτικός πίνακας για τους θανάτους και κρούσματα.

<b>ΘΑΝΑΤΟΙ ΜΕ ΚΡΟΥΣΜΑΤΑ</b>			
Χώρες	Τιμή Spearman	Βαθμός Συσχέτισης	Πίνακας
Ελλάδα	0.923	Πολύ ισχυρός	4.21
Ιταλία	0.862	Πολύ ισχυρός	4.22
Δανία	0.748	Ισχυρός	4.23
Βέλγιο	0.686	Μέσος	4.24
Φινλανδία	0.791	Ισχυρός	4.25

Πίνακας 4.3

Βλέπουμε και σε αυτόν τον πίνακα ότι οι χώρες που είχαν σε πολύ μεγάλο βαθμό συσχέτιση οι θάνατοι με τα κρούσματα τους είναι και οι δυο μεσογειακές (Ελλάδα και Ιταλία). Ενώ, οι δυο σκανδιναβικές (Δανία και Φινλανδία) έχουν ισχυρή συσχέτιση. Η μόνη χώρα που φαίνεται να ξεφεύγει τελείως σε σύγκριση πάντα με τις άλλες τέσσερις είναι το Βέλγιο που αποτελεί την μία εκ των δύο χωρών που είχε λιγότερους θανάτους κατά το δεύτερο κύμα της πανδημίας με διαφορά κατά 1500 κρούσματα, ενώ η Φινλανδία που είναι η δεύτερη χώρα με τέτοια κατανομή έχει μόλις 32 κρούσματα διαφορά.

Όλα τα γραφήματα πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο R.

## Κεφάλαιο 5

Μετά από της προηγούμενες αναλύσεις, βρισκόμαστε σε θέση να συνεχίσουμε εξετάζοντας πως η πανδημία αποτέλεσε παράγοντα μεταβολής του προσδόκιμου ζωής στις Ευρωπαϊκές χώρες αναφοράς που έχουμε επιλέξει. Σύμφωνα με την Eurostat, όπου λάβαμε και τα επόμενα δεδομένα, το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση είναι ο μέσος αριθμός ετών που ένα νεογέννητο μπορεί να αναμένεται ότι θα ζήσει, εάν καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του υπόκειται στις τρέχουσες συνθήκες θνησιμότητας.

Στο τέλος του κεφαλαίου θα υπάρξει αναφορά για τις προβλέψεις του Α.Ε.Π. και τις τελικές τιμές του, ώστε να έχουμε μία πιο καθαρή εικόνα για τα οικονομικά συστήματα των χωρών αναφοράς αλλά και την επιρροή του COVID-19 σε αυτά.

### 5.1 Προσδόκιμο ζωής (προ πανδημίας)

Θα ξεκινήσουμε την ανάλυσή μας, παρατηρώντας δεδομένα από έτη αναφοράς (2005, 2010, 2015, 2018, 2019), έτσι ώστε να έχουμε μία πλήρη εικόνα για τις τιμές που θα προβούμε σε συγκρίσεις αλλά και τον ρυθμό μεταβολής τους.

Μορφοποιώντας κατάλληλα τα δεδομένα μας μέσω της πλατφόρμας Microsoft Excel και το στατιστικό πακέτο R, θα δούμε στην συνέχεια διαγράμματα ανάλογα με του κεφαλαίου 2.

Συγκεκριμένα τα δεδομένα που θα χρησιμοποιήσουμε είναι τα εξής:

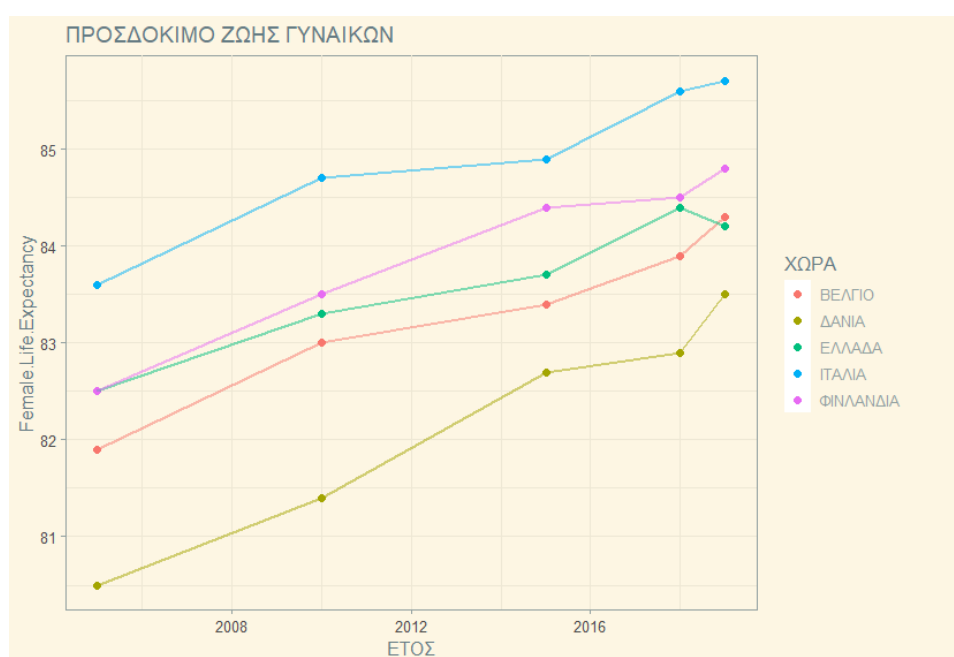
(Για διευκόλυνση λόγω όγκου, το φύλο και το σύνολο συμβολίζονται με Γ για γυναίκες, Α για άντρες και Σ για το σύνολο).

	ΒΕΛΓΙΟ			ΔΑΝΙΑ			ΕΛΛΑΔΑ			ΙΤΑΛΙΑ			ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ		
ΕΤΟΣ	Γ	Α	Σ	Γ	Α	Σ	Γ	Α	Σ	Γ	Α	Σ	Γ	Α	Σ
2005	81,9	76,2	79,1	80,5	76,0	78,3	82,5	76,8	79,6	83,6	78,1	80,9	82,5	75,6	79,1
2010	83,0	77,5	80,3	81,4	77,2	79,3	83,3	78,0	80,6	84,7	79,5	82,2	83,5	76,9	80,2
2015	83,4	78,7	81,1	82,7	78,8	80,8	83,7	78,5	81,1	84,9	80,3	82,7	84,4	78,7	81,6
2018	83,9	79,4	81,7	82,9	79,1	81,0	84,4	79,3	81,9	85,6	81,2	83,4	84,5	79,1	81,8
2019	84,3	79,8	82,1	83,5	79,5	81,5	84,2	79,2	81,7	85,7	81,4	83,6	84,8	79,3	82,1

Πίνακας 5.1

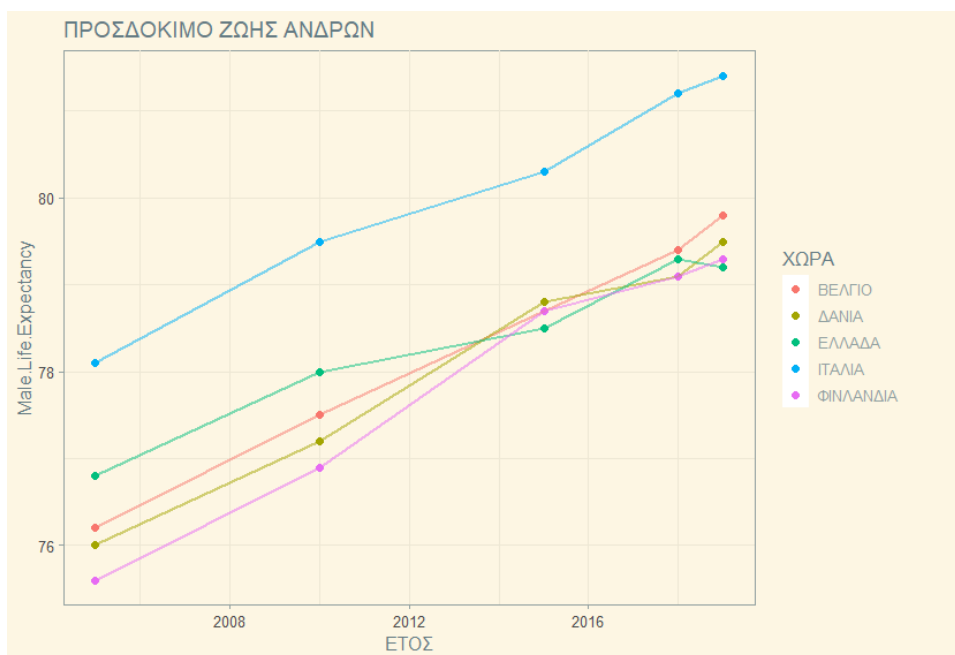
Με βάση τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι σε κάθε χώρα το προσδόκιμο ζωής των γυναικών αλλά και των αντρών αυξάνεται διαρκώς με την πάροδο των χρόνων με την διαφορά όμως ότι το προσδόκιμο ζωής των γυναικών είναι μεγαλύτερο από των αντρών, κατά προσέγγιση 4 μονάδες. Έπειτα, με την ταυτόχρονη αύξηση αυτών των δύο, παρατηρούμε αύξηση και στο συνολικό προσδόκιμο ζωής.

Συνεχίζοντας με οπτικοποίηση, με τα παραπάνω στοιχεία διαμορφώνουμε κατάλληλα διαγράμματα μέσω του στατιστικού πακέτου R.



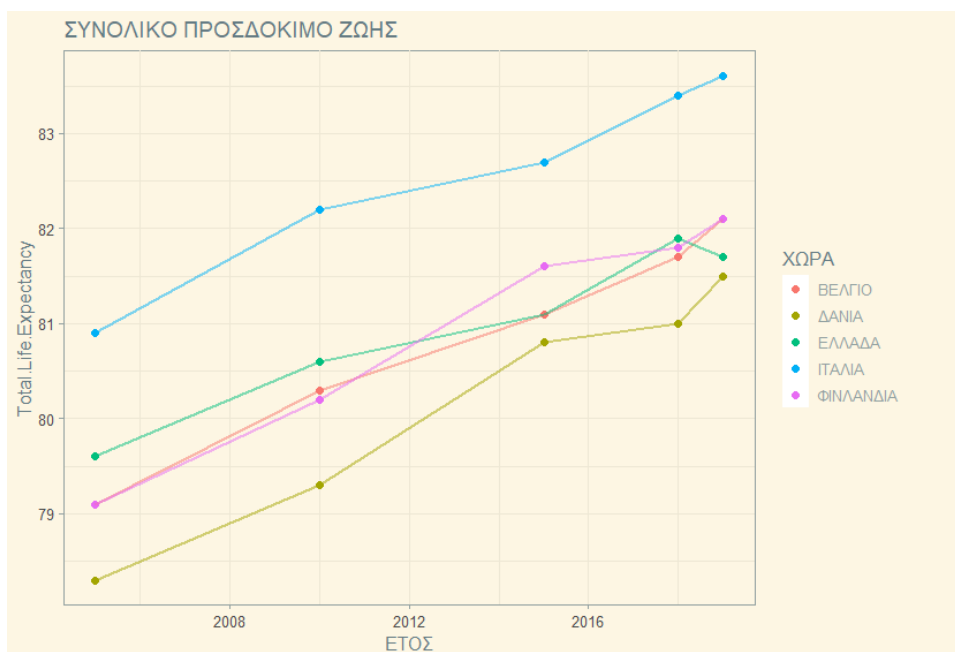
Διάγραμμα 5.1

Για το παραπάνω διάγραμμα περί του προσδόκιμου ζωής των γυναικών παρατηρούμε μία αραιή κατανομή μεταξύ των χωρών αναφοράς όμως μεταξύ τους είναι αρκετά όμοιες εκτός από τις τιμές της Ελλάδας όπου υπάρχει ραγδαία αύξηση κατά το 2018 με 84,4 και ελαφρά μείωση κατά το 2019 με 84,2.



Διάγραμμα 5.2

Στην περίπτωση των ανδρών έχουμε αρκετή διαφορά, με υψηλότερο προσδόκιμο ζωής στην Ιταλία σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες, οι οποίες έχουν πολύ κοντινές κατανομές. Μόνο η Ελλάδα όπως και στον προηγούμενο πίνακα φέρει ελαφριές διαφορές οι οποίες αυτήν την φορά ξεκινούν από το 2015 με αυξομειώσεις έως το 2019.



Διάγραμμα 5.3

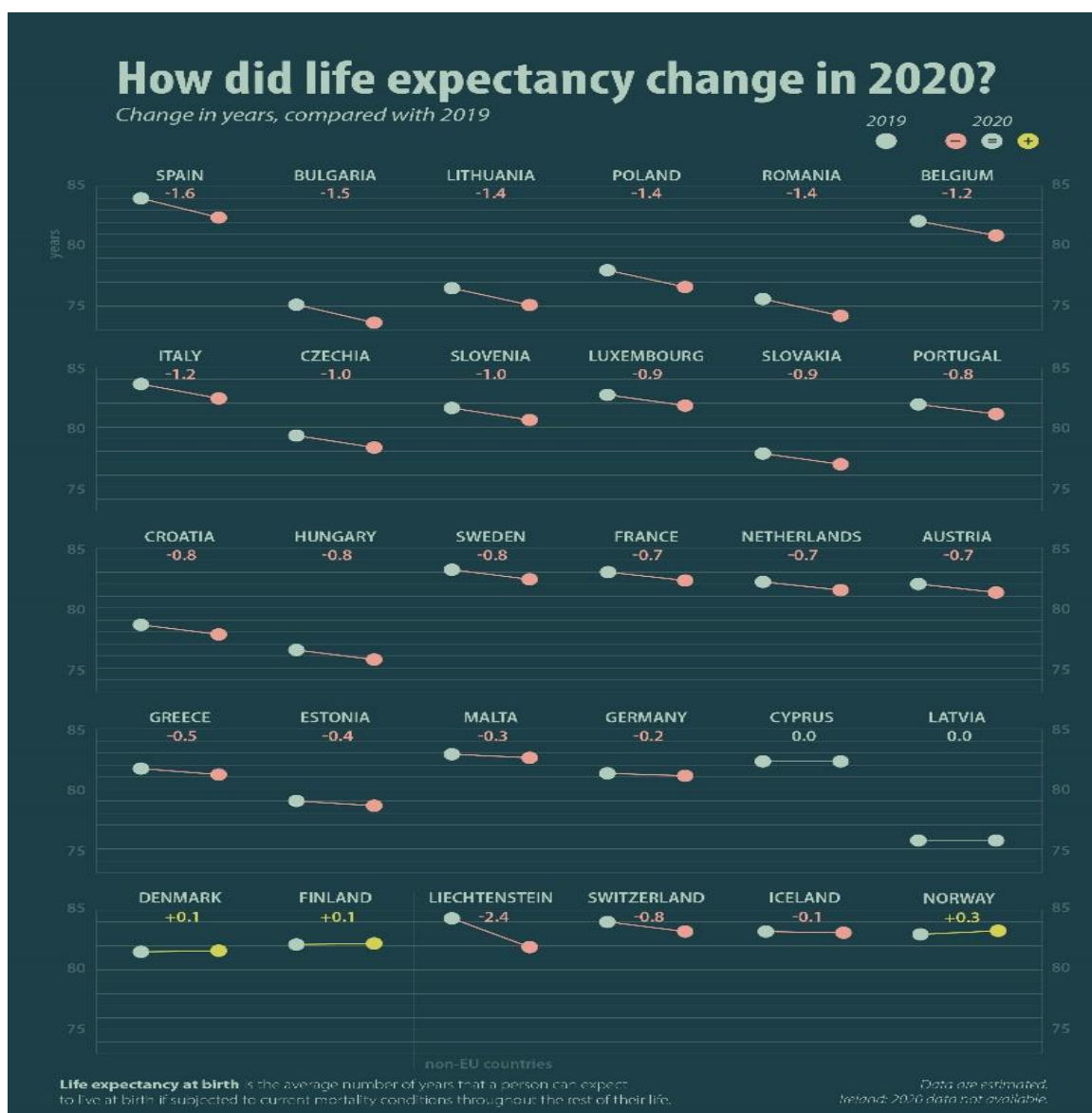
Παρατηρούμε ένα μέσο όρο των δύο φύλων, όπου βλέπουμε τις διαφορές να ομαλύνουν. Η Δανία βρίσκεται στο κάτω μέρος του διαγράμματος με τις μικρότερες

τιμές σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες αναφοράς. Ανεβαίνοντας, βλέπουμε Δανία, Βέλγιο και Ελλάδα με μικρές διαφορές μεταξύ τους που έχουμε προαναφέρει. Τέλος, στην κορυφή έχουμε την Ιταλία, που σταθερά αυξάνει τις τιμές της δίχως αυξομειώσεις.

## **5.2 Προσδόκιμο ζωής κατά την πανδημία**

Την τελευταία δεκαετία, η Ευρώπη είχε εμφανίσει αύξηση στο προσδόκιμο ζωής, σύμφωνα με τα ίδια στοιχεία. Οι επίσημες στατιστικές είχαν αποκαλύψει ότι το προσδόκιμο ζωής είχε αυξηθεί, κατά μέσο όρο, περισσότερο από δύο χρόνια ανά δεκαετία από τη δεκαετία του 1960. Ωστόσο, πρόσφατα διαθέσιμα στοιχεία ίσως να υποδηλώνουν το αντίθετο.

Ειδικότερα, μετά το ξέσπασμα της πανδημίας COVID – 19 πέρυσι, το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση μειώθηκε στη συντριπτική πλειονότητα σχεδόν σε ολόκληρη την Ευρώπη. Οι μεγαλύτερες μειώσεις εντοπίζονται στην Ισπανία (-1,6 έτη σε σύγκριση με το 2019) και τη Βουλγαρία (-1,5), ακολουθούμενες από τη Λιθουανία, την Πολωνία και τη Ρουμανία, που καταγράφουν μείωση της τάξης του -1,4 ετών. Στην περίπτωση της Ελλάδας, το προσδόκιμο ζωής έπεσε κατά 0,5 έτη ενώ στην Κύπρο και στην Λετονία δεν παρουσιάζεται κάποια μεταβολή. Στον αντίποδα, αυξήθηκε το προσδόκιμο ζωής σε Δανία, Φινλανδία και Νορβηγία με 0,1 για τις δύο πρώτες χώρες και 0,3 για την πιο ευνοημένη Νορβηγία χώρες που κατά κοινή ομολογία τα πήγαν εξαιρετικά στην αντιμετώπιση του ιού σε συνολικό επίπεδο.



Διάγραμμα 5.4

Σύμφωνα με τις διευκρινίσεις και της Eurostat, το προσδόκιμο ζωής είναι ένας δείκτης περιόδου θνησιμότητας, που δείχνει τη μέση διάρκεια ζωής σε έναν πληθυσμό που υπόκειται στα ποσοστά θνησιμότητας της επιλεγμένης χρονικής περιόδου. Πιο συγκεκριμένα, οι τιμές που εκτιμήθηκαν για το προσδόκιμο ζωής το έτος 2020 θα ισχύουν εάν οι συνθήκες θνησιμότητας που παρατηρήθηκαν το 2020, και ιδίως της πανδημίας COVID-19, θα διαρκέσουν για τα επόμενα χρόνια.

### 5.3 Προβλεπόμενο προσδόκιμο ζωής

Είναι ευρέως γνωστό, πως μέσω των αναπτυσσόμενων τεχνολογιών και μοντέλων στατιστικής πολλοί από τους προηγούμενους δείκτες της εργασίας, αν όχι όλοι, μπορούν να προβλεφθούν με ελάχιστες αποκλίσεις.

Η πανδημία COVID-19 άλλαξε τις προοπτικές για το προσδόκιμο ζωής παγκοσμίως. Κατά το έτος 2020, πολλές χώρες όπως προαναφέραμε έφεραν μείωση του προσδόκιμου ζωής έως και ενός έτους που οφείλεται στη μόλυνση με COVID-19. Υπάρχει ένα σημαντικό σώμα έρευνας που συνδέει την πρώιμη έκθεση στην επιδημία της γρίπης του 1918 με μεγαλύτερη θνησιμότητα και νοσηρότητα στο τέλος της ζωής για δεκαετίες. Οι επιζώντες της πανδημίας του 2020 που μολύνθηκαν ενδέχεται να συνεχίσουν να έχουν δυσμενείς φυσικές επιπτώσεις που θα προκαλέσουν πρόωρη νοσηρότητα και θνησιμότητα από ό,τι θα είχαν υποστεί διαφορετικά. Ακόμη και εκείνοι που δεν έχουν μολυνθεί μπορεί να εμφανίσουν δυσμενείς επιπτώσεις από αλλαγές στις συνθήκες ζωής που σχετίζονται με την πανδημία. Η παρακολούθηση του αντίκτυπου του COVID-19 στην υγεία του πληθυσμού στο εγγύς και μακρινό μέλλον πρέπει να αποτελέσει σημαντικό επίκεντρο της μελλοντικής έρευνας.

Συγκεκριμένα, για την συνέχεια του επόμενου έτους και γενικότερα για το κοντινό μέλλον πρέπει να χωρίσουμε τις προβλέψεις σε δύο βασικές κατηγορίες:

- I) Να συνεχιστεί η πανδημία δίχως να γνωρίζουμε την πότε θα επέλθει το πέρας της
- II) Να έρθει εις πέρας άμεσα και να αρχίσουν όλα τα λειτουργικά συστήματα των χωρών να ανακάμπτουν.

Κατά την πρώτη περίπτωση και σύμφωνα με τα στοιχεία του προηγούμενου κεφαλαίου, υπάρχουν πιθανότητες ανάκαμψης. Αναλυτικότερα, μπορεί να παρατηρήσαμε μείωση του προσδόκιμου ζωής στην πλειονότητα της Ευρώπης, όμως χώρες όπως η Φινλανδία κατάφεραν να δείξουν αύξηση, βέβαια σε αρκετά μικρότερο βαθμό. Επίσης, γυρνώντας πίσω στο κεφάλαιο δύο, είδαμε πως περνώντας από τα δύο κύματα της πανδημίας είχαμε επίσης ευνοϊκά δεδομένα, καθώς οι χώρες διασφάλισαν πιο δυνατά και ακλόνητα συστήματα υγείας που καθημερινά συνεχίζουν να βελτιώνονται με νέες γνώσεις και μεθόδους.

Ως αποτέλεσμα, στην πρώτη περίπτωση αναμένουμε κάποια συνέχεια στην μείωση για ένα βραχυπρόθεσμο διάστημα όμως σε βάθος χρόνου οι χώρες θα μάθουν να αντιμετωπίζουν τα κρούσματα χωρίς περαιτέρω θανάτους συσχετιζόμενους με τον ιό, έτσι και οι συνολικοί δείκτες αργά και σταθερά θα ανακάμψουν.

Στην δεύτερη περίπτωση, τα απομεινάρια μίας μεγάλων διαστάσεων καταστροφής όπως η πανδημία θα παραμείνουν για τα επόμενα χρόνια όπως αναλύσαμε. Οπότε, είναι αναμενόμενη αύξηση του προσδόκιμου ζωής, όμως πρέπει να δώσουμε έμφαση στο βάθος χρόνου που θα χρειαστεί, ώστε ο ρυθμός αύξησης του δείκτη να θυμίζει την μορφή πριν την πανδημία.

Υπό άλλες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα να υπήρχε πέρας σε έναν ακριβώς χρόνο, τότε αναμένουμε να είναι σύμφωνη η πορεία με την περίπτωση ένα έως μετά τον ένα χρόνο όπου θα λάβει θέση η περίπτωση δύο που προαναφέραμε. Έτσι, έστω και θεωρητικά έχουμε καλύψει ένα μεγάλο φάσμα πιθανοτήτων για την συνέχεια της πανδημίας.

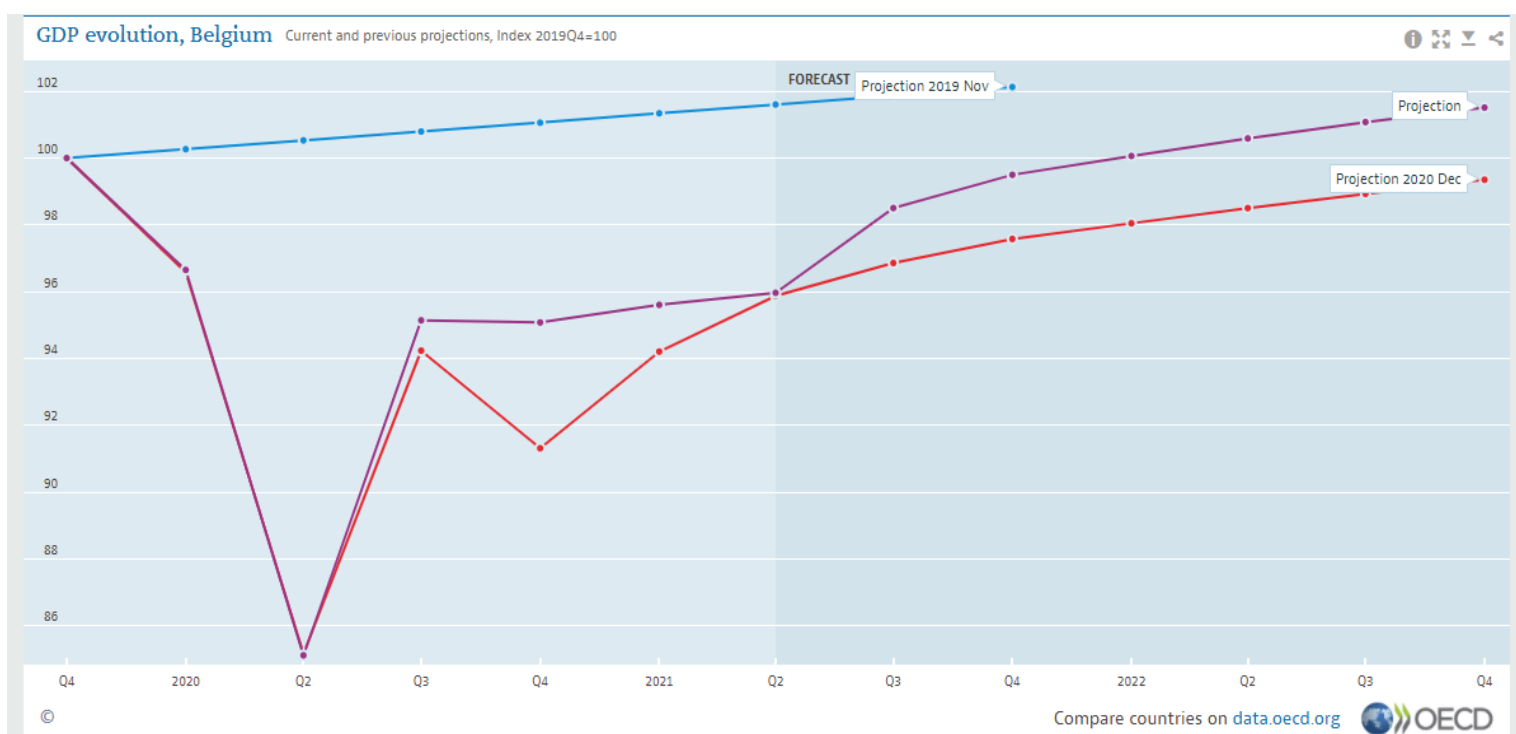
#### **5.4 Α.Ε.Π.**

Το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ή ΑΕΠ) αποτελεί το κυριότερο μακροοικονομικό μέγεθος. Ο βασικός στόχος μέτρησής του είναι η απόκτηση ενός μέτρου της συνολικής ποσότητας αγαθών και υπηρεσιών που παράγονται για την αγορά σε μία δεδομένη χώρα κατά μία δεδομένη χρονική περίοδο. Ορίζεται ως η συνολική αγοραία αξία όλων των τελικών προϊόντων και υπηρεσιών που παράγονται σε μια χώρα στη διάρκεια μιας ορισμένης χρονικής περιόδου.

Παρακάτω θα παρουσιάσουμε για κάθε χώρα ξεχωριστά τις προβλέψεις της πορείας του Α.Ε.Π. προ πανδημίας (2019), τις προβλέψεις κατά τη διάρκεια αυτής (2020) και την τελική εικόνα που είχαμε.



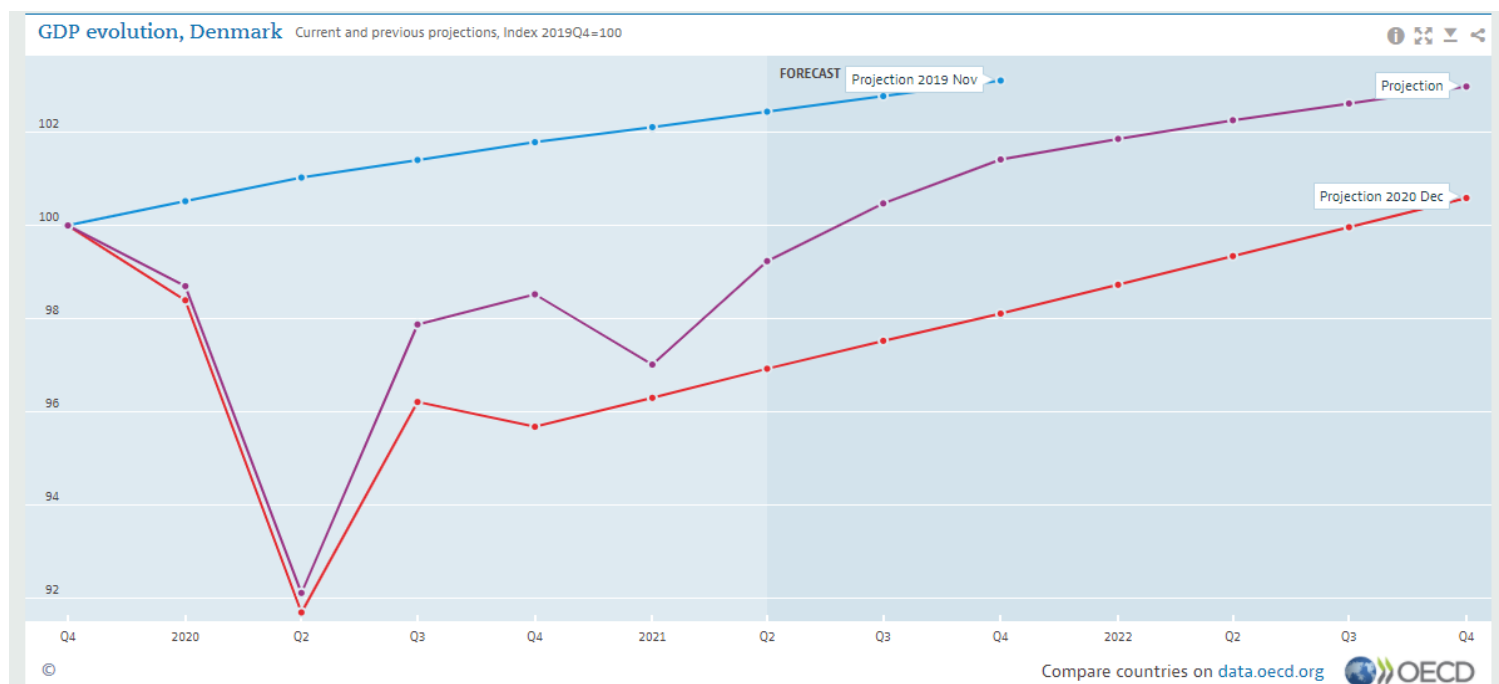
### 5.4.1 ΒΕΛΓΙΟ



Διάγραμμα 5.5

Γενικά η πορεία του Βελγίου στην αρχή της πανδημίας δεν ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντική με αποτέλεσμα οι πρώτες εκτιμήσεις του 2020 να κάνουν λόγο για μια τεράστια και απότομη μείωση. Μετά το 1 τρίμηνο ωστόσο το Α.Ε.Π. κινήθηκε σε μεγαλύτερους ρυθμούς από ότι προβλεπόταν μέχρι το 1 τρίμηνο του 2021 οπότε συνάντησε ξανά τις προβλέψεις.

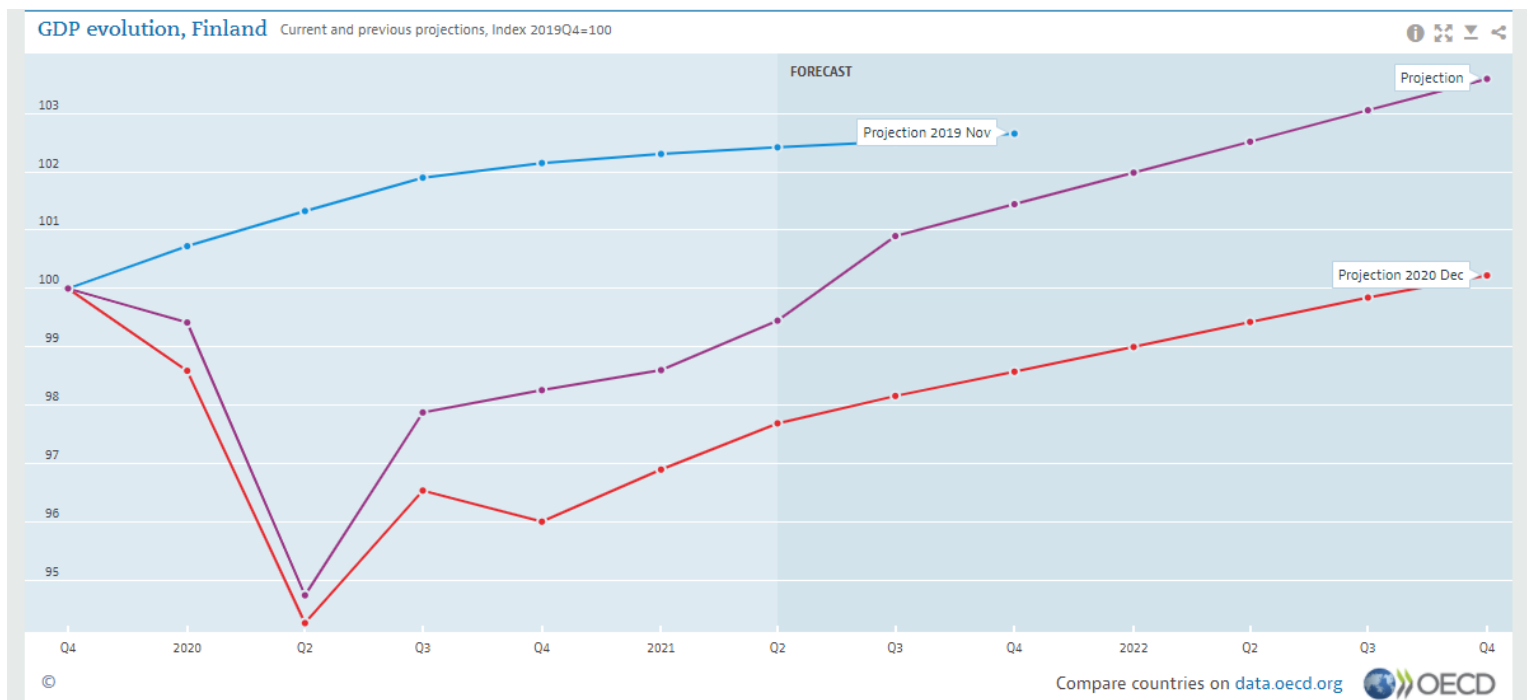
### 5.4.2 ΔANIA



Διάγραμμα 5.6

Έπειτα έχουμε την Δανία όπου δείχνει να τα έχει πάει καλύτερα καθώς σε όλη τη διάρκεια της πανδημίας δεν επιβεβαίωσε ποτέ τις απαισιόδοξες προβλέψεις του 2020. Μάλιστα άμα συνεχίσει με αυτούς τους ρυθμούς στο επόμενο τρίμηνο θα έχει το ίδιο Α.Ε.Π. με αυτό προ πανδημίας.

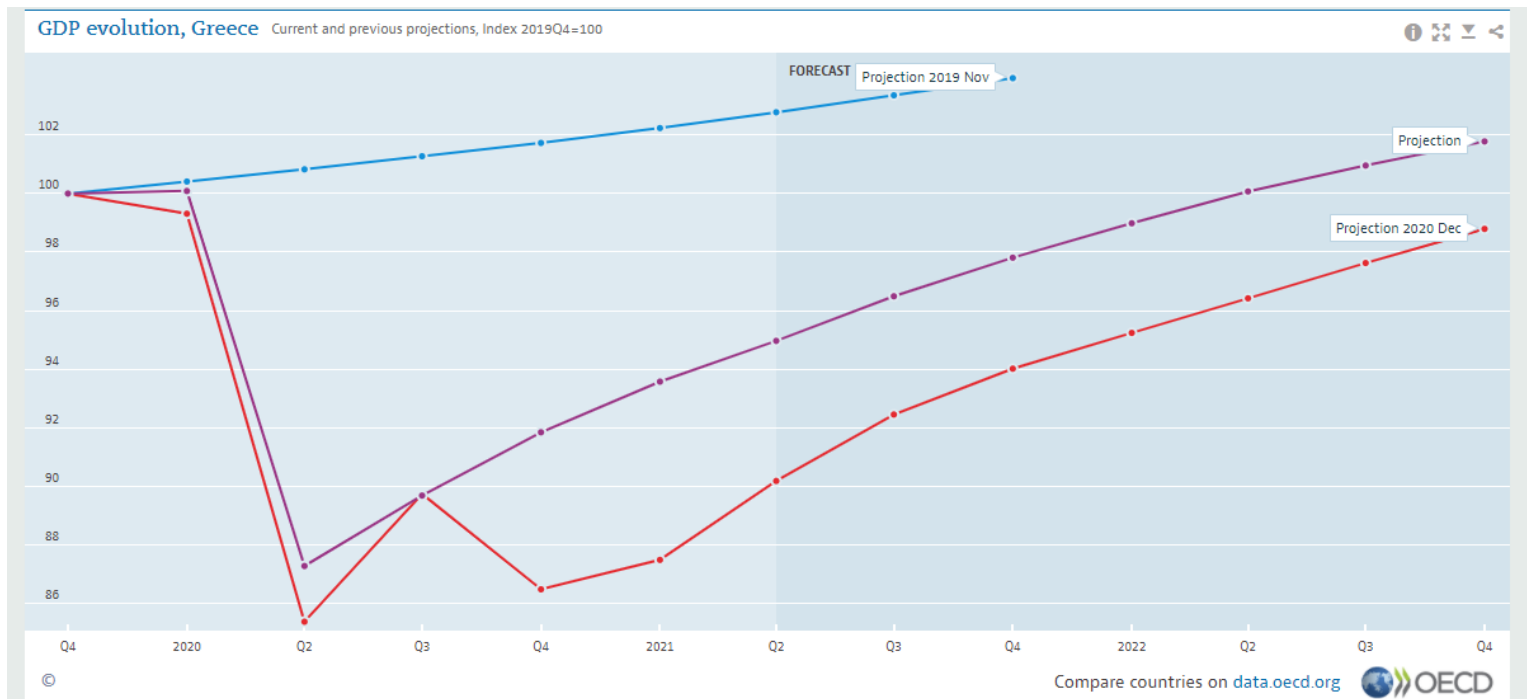
### 5.4.3 ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ



Διάγραμμα 5.7

Παρόμοια περίπου εικόνα με την Δανία έχουμε και στην δεύτερη σκανδιναβική χώρα την Φινλανδία, με την διαφορά ότι δεν υπάρχει πτώση στις αρχές του 2021 σε αντίθεση με την Δανία.

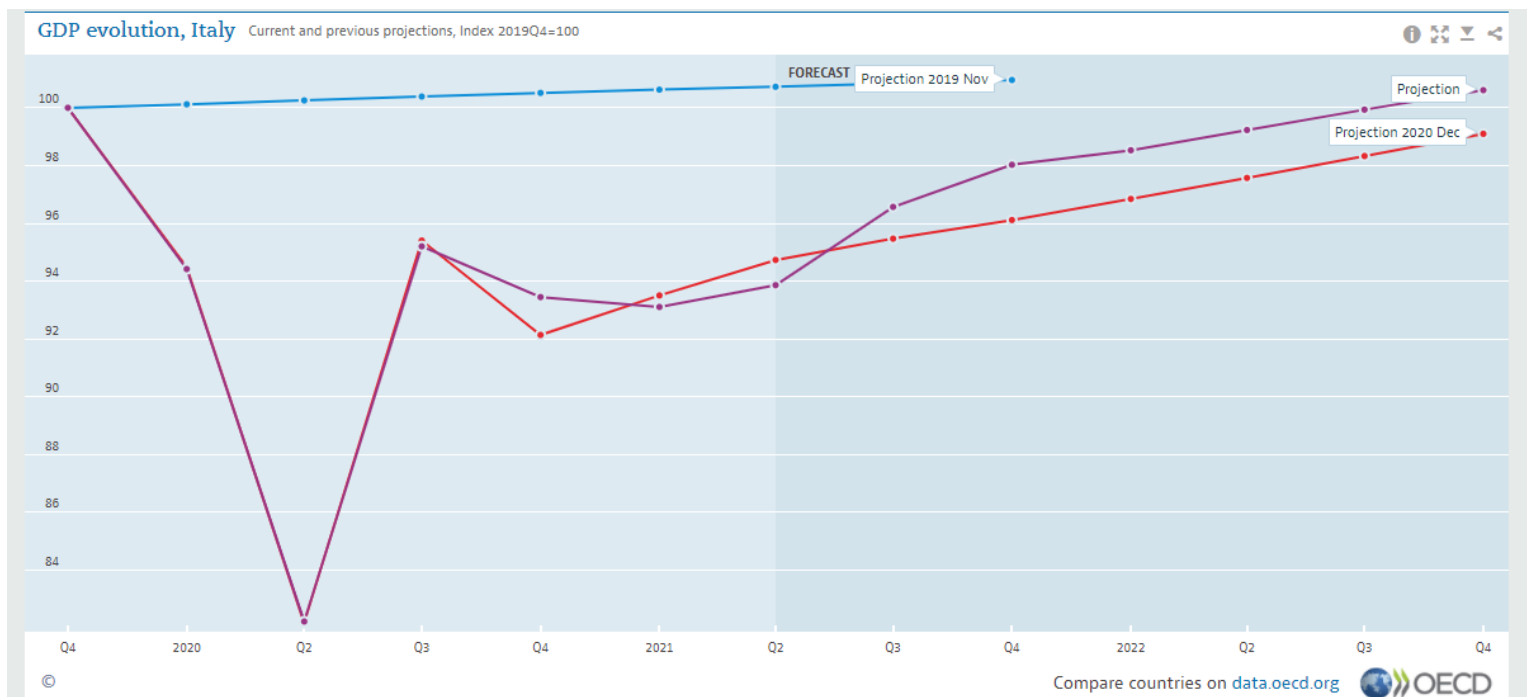
#### 5.4.4 ΕΛΛΑΔΑ



Διάγραμμα 5.8

Η πορεία του Α.Ε.Π. στην Ελλάδα επιβεβαιώνει δυστυχώς τα πιο απαισιόδοξα σενάρια μέχρι και το 2 τρίμηνο του 2020 , ως χώρα που προσφέρει πιο πολλές υπηρεσίες παρά αγαθά , ήταν αναμενόμενο ότι στη διάρκεια της πανδημίας όπου η ζήτηση για υπηρεσίες μειώθηκε και αυξήθηκε αυτή των αγαθών η επιπτώσεις στο Α.Ε.Π. θα ήταν τεράστιες.

### 5.4.5 ΙΤΑΛΙΑ



Διάγραμμα 5.9

Τέλος η Ιταλία, όπου παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς είναι η μόνη χώρα που όχι μόνο επιβεβαιώνει τις προβλέψεις του 2020 αλλά δεν τις ικανοποιεί κιόλας το πρώτο τρίμηνο του 2021.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Στο τελευταίο αυτό κεφάλαιο, θα δούμε συνοπτικά τα αποτελέσματα των προηγούμενων αναλύσεων, χωρίζοντας τα σε βασικούς πυλώνες. Συγκεκριμένα θα δούμε: πορεία χωρών, πορεία ηλικιακών ομάδων, σημαντικότερες συσχετίσεις, πορεία προσδόκιμου ζωής, συνοδευόμενα από λοιπές κύριες πληροφορίες.

Όπως γνωρίζουμε η ανάλυσή μας έγινε για τις χώρες Βέλγιο, Δανία, Ελλάδα, Ιταλία, Φινλανδία, στο χρονικό διάστημα Φεβρουάριος 2020 και ξεκινώντας είχαμε μία συνολική εικόνα για την Ευρώπη. Κατά την οποία, είδαμε πως στο πρώτο κύμα της πανδημίας, με λίγα κρούσματα και θανάτους πήραμε αρκετά ευνοϊκά δεδομένα, ενώ στην συνέχεια μετά τον μήνα Σεπτέμβριο άρχισε οξεία αύξηση με διάρκεια έως τον χειμώνα.

### Τελικά συμπεράσματα

Αναλυτικότερα, για τις χώρες:

- Η Ελλάδα είχε μία αρκετά αξιόλογη πορεία κατά το πρώτο κύμα της πανδημίας, με μία όμως τραγική συνέχεια στο δεύτερο όπου το ποσοστό των θανάτων ανά κρούσμα και η υπερβάλλουσα ανέβηκε κατά πολύ σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες που έδειξαν πως έχουν ανακαλύψει τον τρόπο αντιμετώπισης.
- Η Ιταλία αποτελεί την χώρα με τον μεγαλύτερο όγκο περιπτώσεων καθ' όλη την διάρκεια της πανδημίας. Από το δεύτερο κύμα, οι τιμές των κρουσμάτων υψώθηκαν τα 922,124, κρατώντας όμως σταθερές τις τιμές των θανάτων, με αποτέλεσμα μεγάλης μείωσης των θανάτων ανά κρούσμα.
- Παρά την σχετικά καλύτερη εικόνα που έδειξε στα δεδομένα του, το Βέλγιο σε αναλογία με τον πληθυσμό του, όπως είδαμε με κατάλληλη ανάλυση, φέρει την χειρότερη επίδοση στα κρούσματα, τους θανάτους και την υπερβάλλουσα θνησιμότητα, με μία ελαφριά διαφορά προς τους λιγότερους θανάτους ανά κρούσμα, σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες αναφοράς.
- Με πιο αισιόδοξα δεδομένα, η Δανία, κατάφερε να κρατήσει χαμηλές τιμές. Φαίνεται πως η υπερβάλλουσα θνησιμότητα να μην επηρεάστηκε ιδιαίτερα, καθώς και υπήρξαν λιγότεροι θάνατοι στο δεύτερο κύμα παρά την ελαφριά αύξηση. Επίσης έδειξε πολύ χαμηλές τιμές στους θανάτους ανά κρούσμα.

- Καταλήγοντας στην Φινλανδία, είδαμε τις μικρότερες τιμές σε όλες τις αναλύσεις. Φανερό βέβαια, ήταν το μοτίβο των δύο κυμάτων της πανδημίας, παρά την σχεδόν μηδενική πορεία της υπερβάλλουσας θνησιμότητας έχοντας έτσι την χώρα με την καλύτερη επίδοση κατά την πορεία της πανδημίας.

Συνεχίζοντας, αναλύσαμε την πορεία των κρουσμάτων ανά ηλικιακές ομάδες (0-15, 15-24, 25-49, 50-64, 65-79, 80+) και είδαμε, με τον κατάλληλο έλεγχο, πως όλες οι κατανομές των κρουσμάτων μεταξύ των χωρών στις εκάστοτε ηλικιακές ομάδες διαφέρουν, συγκεκριμένα:

- Από 0 έως 15, έχουμε σχετικά χαμηλές τιμές με μικρή διαφορά σε μεγαλύτερα ποσοστά για τις χώρες Δανία και Φινλανδία. Ραγδαία αύξηση εμφανίστηκε κατά το δεύτερο κύμα της πανδημίας με μέγιστη τιμή αυτή της Δανίας κατά τον μήνα Οκτώβριο και ενώ όλες οι τιμές φαίνεται να πέφτουν η Ιταλία κράτησε σταθερά επίπεδα.
- Από 0 έως 24, παρατηρήθηκαν ελαφριές αυξήσεις σε σχέση με τις προηγούμενες τιμές. Ακραίες τιμές εμφάνισε το Βέλγιο κατά τον μήνα Οκτώβριο με 3721,84 και στην συνέχεια με αυξήσεις ακολούθησε η Δανία και η Ιταλία. Βέλγιο, Ελλάδα και Ιταλία έφεραν παρόμοιες κατανομές και σε πολύ χαμηλές τιμές κινήθηκε η Φινλανδία καθ' όλη την χρονική διάρκεια που εξετάζουμε.
- Από 25 έως 49, έχουμε τα μεγαλύτερα ποσοστά του συνολικού πληθυσμού που αγγίζουν έως και το 44% για την Φινλανδία, παράγοντας για αυτές τις υψηλές τιμές είναι και το μεγαλύτερο εύρος που φέρει αυτή η ηλικιακή ομάδα. Έχουμε για άλλη μία φορά, το Βέλγιο να φέρει την υψηλότερη τιμή και να ακολουθούν η Ιταλία και μετά η Δανία.
- Από 50 έως 64, ενώ παρατηρήσαμε μικρότερα ποσοστά, βέβαια, αποτελούν τα δεύτερα υψηλότερα σε σχέση με τις υπόλοιπες ηλικιακές ομάδες αναφοράς. Τα υψηλότερα ποσοστά εμφανίζονται στις χώρες Ιταλία και Ελλάδα με 24% και 23% αντίστοιχα. Με κυρίαρχη θέση του Βελγίου στην υψηλότερη τιμή, άξιο αναφοράς αποτελεί ότι η Φινλανδία κράτησε μία πολλή σταθερή πορεία κατά τα δύο κύματα της πανδημίας.
- Από 65 έως 79 τα ποσοστά συνεχίζουν να μειώνονται, θυμίζοντας την εικόνα της πρώτης ηλικιακής ομάδας που εξετάσαμε. Η Ιταλία με την Ελλάδα συνεχίζουν να έχουν τα υψηλότερα συνολικά ποσοστά, το Βέλγιο την

υψηλότερη τιμή με διπλάσια διαφορά και στα διαγράμματα, στους τελευταίους μήνες, παρατηρούμε σταθερά αυξημένες τιμές της Ιταλίας.

- Από 80 έως το πέρας των ηλικιών της έρευνας, παρατηρήσαμε, αναμενόμενα, τις χαμηλότερα ποσοστά, με Δανία και Φινλανδία να βρίσκονται στο 3%. Το φαινόμενο των γηράσκουσων χωρών είναι φανερό για τις υπόλοιπες τρεις με διπλάσια ποσοστά. Στα διαγράμματα κυρίαρχους ρόλους είχαν το Βέλγιο σε όλη την πορεία των δύο κυμάτων και την Ιταλία να πλησιάζει τις τιμές του κατά τους τελευταίους μήνες.

Στο επόμενο κεφάλαιο είδαμε τις συσχέτιση των κατανομών των χωρών αναφοράς ανά δύο για τα κρούσματα, τους θανάτους αλλά και τα κρούσματα με τους θανάτους ξεχωριστά για κάθε χώρα, με τον κατάλληλο έλεγχο που αναλύσαμε ενδελεχώς.

Γενικότερα, όλοι οι βαθμοί συσχέτισης δεν έπεσαν κάτω του μέσου. Πιο συγκεκριμένα, ξεκινώντας με τα κρούσματα είδαμε πως όλοι οι βαθμοί συσχέτισης είναι πολύ ισχυροί οπότε έχουμε παρόμοια κατανομή των κρουσμάτων παρά την διαφορά στους όγκους των τιμών (μοτίβο των δύο κυμάτων που έχουμε προαναφέρει). Με μία διαφορετική εικόνα συνεχίζουμε στους θανάτους, όπου όλοι οι συνδυασμοί ήταν πολύ ισχυροί εκτός από αυτούς που σχετίζονται με την Ελλάδα, γεγονός που υπογραμμίζει την μοναδική πορεία της, αυξημένη κατά το δεύτερο κύμα της πανδημίας. Τέλος, μεταξύ κρουσμάτων και θανάτων, πολύ ισχυρές συσχετίσεις παρατηρήθηκαν για τις χώρες Ελλάδα και Ιταλία, ισχυρό βαθμό για την Δανία και την Φινλανδία και μέσο για το Βέλγιο όπου εμφάνισε πολλά παραπάνω κρούσματα σε αναλογία με τους θανάτους κατά το δεύτερο κύμα της πανδημίας.

Στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας, εξετάσαμε την επιρροή της πανδημίας στο προσδόκιμο ζωής αλλά και στο Α.Ε.Π. της εκάστοτε χώρας. Ξεκινώντας με μία αναδρομή στις προηγούμενες τιμές του προσδόκιμου ζωής, είδαμε πως όλες οι χώρες που εξετάζουμε έφεραν ανοδικές πορείες με αυξημένες θετικές διαφορές από χρόνο σε χρόνο έως πριν το ξέσπασμα του COVID-19. Κατά την πανδημία, όλες οι Ευρωπαϊκές χώρες επηρεάστηκαν, συγκεκριμένα η Ιταλία, η Ελλάδα και το Βέλγιο είχαν αρνητικές τιμές και στις Φινλανδία και Δανία υπήρξαν ελάχιστες αυξήσεις σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια που αναλύσαμε. Κάνοντας προβλέψεις για το μέλλον, είδαμε πιθανές περιπτώσεις ανάκαμψης, που σε κάθε περίπτωση για κάθε χρονική στιγμή θα



επέλθει το πέρας της πανδημίας, θα έχουμε αργή και σταθερή αύξηση των τιμών του προσδόκιμου ζωής.

Όσον αφορά το ακαθάριστο εθνικό προϊόν, όλες οι χώρες είχαν χαμηλότερο σε σχέση με τις προβλέψεις του 2019, όχι όμως τόσο απαισιόδοξο όσο προέβλεψαν το 2020 εν μέσω πανδημίας. Συγκριμένα, το Βέλγιο παρουσίασε την καλύτερη εικόνα, με ταχύτατη ανάκαμψη και ακολουθήσε με μέση πορεία η Ιταλία και η Δανία. Με μεγαλύτερες διαφορές, αλλά χωρίς πτώσεις το 2021, βρίσκεται η Φινλανδία, όπως και η Ελλάδα με σαφέστατη ανάκαμψη, έχοντας όμως την δυσμενέστερη πτώση από όλες της χώρες αναφοράς.

Εν κατακλείδι, αναγνωρίσαμε την επιρροή του COVID-19 σε όλες τις πτυχές των χωρών που εξετάσαμε. Τα αδύναμα σημεία των χωρών, όπως το σύστημα υγείας ή το οικονομικό σε περίπτωση κρίσεων, υπογραμμίστηκαν. Αισιόδοξο αέρα όμως έπνευσαν οι τελευταίες αναλύσεις, όπου και στις χειρότερες περιπτώσεις είδαμε μέγιστες ανακάμψεις. Παρατηρούμε λοιπόν, πως και χωρίς την εκτίμηση του πέρατος της πανδημίας, υπάρχουν απτά δεδομένα για την αντοχή των χωρών σε τέτοιου είδους συνταρακτικές και απρόσμενες καταστάσεις.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνική

- Μπερσίμης Σ., Μπαρτζής Γ., Παπαδάκης Γ. & Σαχλάς Α. (2021). *Εφαρμοσμένη Στατιστική και Στατιστική Μηχανική Μάθηση με χρήση των IBM SPSS Statistics, R, Python*. Αθήνα: Εκδ. Α. Τζιόλα & Υιοί Α.Ε..
- Δαμιανού Χ. & Κούτρας Μ. (1996). *Εισαγωγή στην Στατιστική Μέρος II*. Αθήνα: Εκδ. Συμμετρία.
- Κασσωτάκης Μ. (2010). *Η αξιολόγηση της επίδοσης των μαθητών*. Αθήνα: Εκδ. Γρηγόρη.
- Τσοπάνογλου Α. (2010<sup>2</sup>). *Μεθοδολογία της επιστημονικής έρευνας και εφαρμογές της στην αξιολόγηση της γλωσσικής κατάρτιση*. Θεσσαλονίκη: Εκδ. Ζήτη.

### Ξένη

- Cohen L., Manion L., Morrison K. (2008). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*. Αθήνα: Μεταίχμιο

### Διαδίκτυο

- Dst: <https://www.dst.dk/en/Statistik/emner/befolkning-og-valg/doedsfald-og-middellevetid/middellevetid>
- Ecdc: <https://www.ecdc.europa.eu/en>
- Epicentro: <https://www.epicentro.iss.it/coronavirus/>
- Eurostat: <https://ec.europa.eu/eurostat>

- Global health 5050: <https://globalhealth5050.org/the-sex-gender-and-covid-19-project/>
- Italian National Institute of Health: <https://www.istat.it/it/popolazione-e-famiglie>
- Macrotrends: <https://www.macrotrends.net/>
- Oecd: <https://data.oecd.org/>
- Our World in Data: <https://ourworldindata.org>
- Salute: <http://www.salute.gov.it/>
- Sciensano: <https://www.sciensano.be/en> & <https://epistat.wiv-isp.be/covid/>
- Statbank: <https://www.statbank.dk/SMIT1>
- Statbel: <https://statbel.fgov.be/en>
- Statista: <https://www.statista.com>
- Statistikbanken: <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/selectvarval/saveselections.asp>
- Who: <https://covid19.who.int/region/euro/country/be>
- Ελληνική Στατιστική Αρχή: <https://www.statistics.gr/>
- Βικιπαίδεια: [https://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)
- Εργαστήριο Μαθηματικών και Στατιστικής/ Γ. Παπαδόπουλος: [www.aua.gr/gpapadopoulos](http://www.aua.gr/gpapadopoulos)
- Βερροπούλου Γ., σημειώσεις Πανεπιστήμιο Πειραιά, σελ. 7: <https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/SAE136/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B4%CF%8C%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD%20-%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AC%CE%BD>

[https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/SAE136/%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82/%CE%9C%CE%AC%CE%B8%CE%B7%CE%BC%CE%B1%202\\_%CE%98%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B9%CE%BC%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1.pdf](https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/SAE136/%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82/%CE%9C%CE%AC%CE%B8%CE%B7%CE%BC%CE%B1%202_%CE%98%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B9%CE%BC%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1.pdf)

- Βερροπούλου Γ., σημειώσεις Πανεπιστήμιο Πειραιά, σελ. 40:  
[https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/SAE136/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B4%CF%8C%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD%20-%20%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82/%CE%9C%CE%AC%CE%B8%CE%B7%CE%BC%CE%B1%204\\_%CE%A0%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CE%B5%CF%82%20%CE%95%CF%80%CE%B9%CE%B2%CE%AF%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82.pdf](https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/SAE136/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B4%CF%8C%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD%20-%20%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82/%CE%9C%CE%AC%CE%B8%CE%B7%CE%BC%CE%B1%204_%CE%A0%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CE%B5%CF%82%20%CE%95%CF%80%CE%B9%CE%B2%CE%AF%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82.pdf)
- Βερροπούλου Γ., σημειώσεις Πανεπιστήμιο Πειραιά, σελ. 20:  
[https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/SAE120/%CE%9C%CE%AC%CE%B8%CE%B7%CE%BC%CE%B1%204\\_%CE%98%CE%AD%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1%20%CE%A0%CE%B9%CE%BD%CE%AC%CE%BA%CF%89%CE%BD%20%CE%95%CF%80%CE%B9%CE%B2%CE%AF%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82.pdf](https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/SAE120/%CE%9C%CE%AC%CE%B8%CE%B7%CE%BC%CE%B1%204_%CE%98%CE%AD%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1%20%CE%A0%CE%B9%CE%BD%CE%AC%CE%BA%CF%89%CE%BD%20%CE%95%CF%80%CE%B9%CE%B2%CE%AF%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82.pdf)