

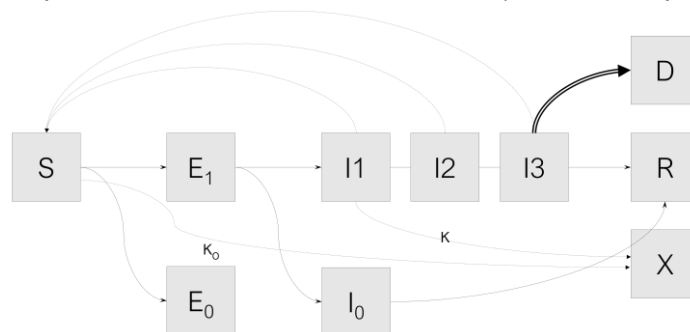


Θέμα: Μελέτη της διασποράς του κορωνοϊού στην Ελλάδα κατά την καλοκαιρινή περίοδο

Θεσσαλονίκη, 11/7/2020

Το εργαστήριο Περιβαλλοντικής Μηχανικής του Τμήματος Χημικών Μηχανικών του ΑΠΘ και η ομάδα HERACLES για το Εκθεσίωμα και την Ανθρώπινη Υγεία του Κέντρου Διεπιστημονικής Έρευνας και Καινοτομίας (ΚΕΔΕΚ), σε συνεργασία με τα Πανεπιστήμια Προηγμένων Σπουδών στην Παβία και την Πίζα της Ιταλίας, μελέτησαν τη διασπορά του κορωνοϊού στην Ελλάδα και αξιολόγησαν την αποτελεσματικότητα των μέτρων περιορισμού της μετάδοσης του.

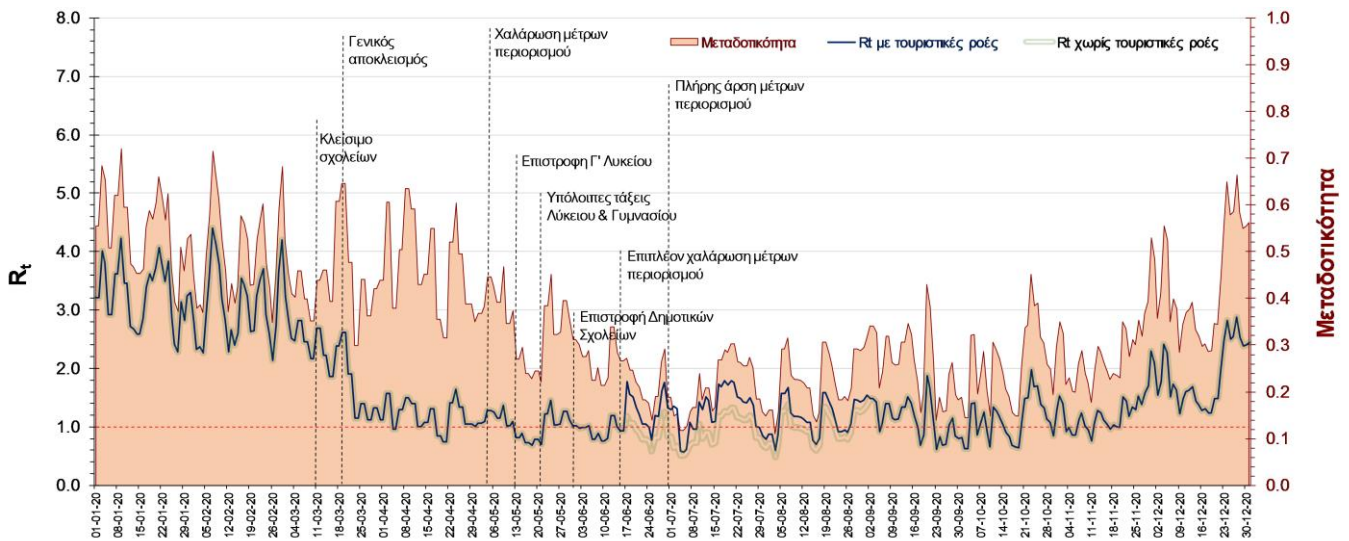
Για το σκοπό αυτό, ο Καθ. κ. Σαρηγιάννης, μαζί με συνεργάτες από τα ανωτέρω ιδρύματα, ανέπτυξαν ένα υπολογιστικό εργαλείο διαχείρισης του κινδύνου στη δημόσια υγεία από τον COVID-19. Το υπολογιστικό αυτό εργαλείο εμπεριέχει ένα μοντέλο διασποράς της επιδημίας, το οποίο αποτελεί εξέλιξη των πιο προηγμένων υπάρχοντων μοντέλων SEIR [1], λαμβάνοντας επίσης υπόψη τη δυναμική της διάδοσης που έχουν μη φαρμακολογικές παρεμβάσεις όπως η εφαρμογή τεστ ανίχνευσης του ιού στον γενικό πληθυσμό ή σε στοχευμένες υπο-ομάδες πληθυσμού και τα μέτρα περιορισμού του πληθυσμού [2], στην εξέλιξη της διασποράς (περιγράφεται ως διαμέρισμα X) και την τελική εκτίμηση υγειονομικού κινδύνου στον πληθυσμό. Το μοντέλο διασποράς SEIR- X που είναι και ο κινητήρας υπολογισμού της διασποράς έχει επεκταθεί σε ένα μοντέλο πολλαπλών καταστάσεων του πληθυσμού, έτσι ώστε να περιγράφονται αναλυτικά οι διαφορετικές πιθανές καταστάσεις του εκτεθειμένου στον COVID-19 πληθυσμού με βάση την τυπολογία και σοβαρότητα των συμπτωμάτων της νόσου που αυτός παρουσιάζει (μοντέλο multi-state SEIR- X , ή SEIR- X_{ms}). Το υπολογιστικό αυτό εργαλείο εφαρμόζεται με επιτυχία σε όλες τις περιφέρειες της Β. Ιταλίας και στην Ελλάδα μέχρι τώρα. Η γραφική απεικόνιση του μοντέλου SEIR- X_{ms} παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Γραφική απεικόνιση του μοντέλου SEIR- X_{ms} που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της μελέτης



συνάρτηση των ημερήσιων μετεωρολογικών συνθηκών, καθώς επίσης και ως συνάρτηση του ήικου φορτίου των κρουσμάτων στα διάφορα στάδια εκδήλωσης της νόσου. Έχοντας λάβει υπόψιν χρονοσειρές προηγούμενων ετών όσον αφορά τις **μετεωρολογικές συνθήκες** και κάνοντας την αντίστοιχη προβολή για το έτος 2020, φαίνεται ότι **η άνοδος της θερμοκρασίας, σε συνδυασμό με την αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας και τη μεταβολή της υγρασίας κατά τη θερινή περίοδο, συντελούν στη μείωση της μεταδοτικότητας κατά την καλοκαιρινή περίοδο** Σχήμα 2. Το γεγονός αυτό μπορεί εν μέρει να αντισταθμίσει την πιθανή αύξηση του R_t λόγω της άρσης των μέτρων, και με δεδομένο ότι βρισκόμαστε ήδη στη φάση αποδρομής της καμπύλης μεταδοτικότητας.

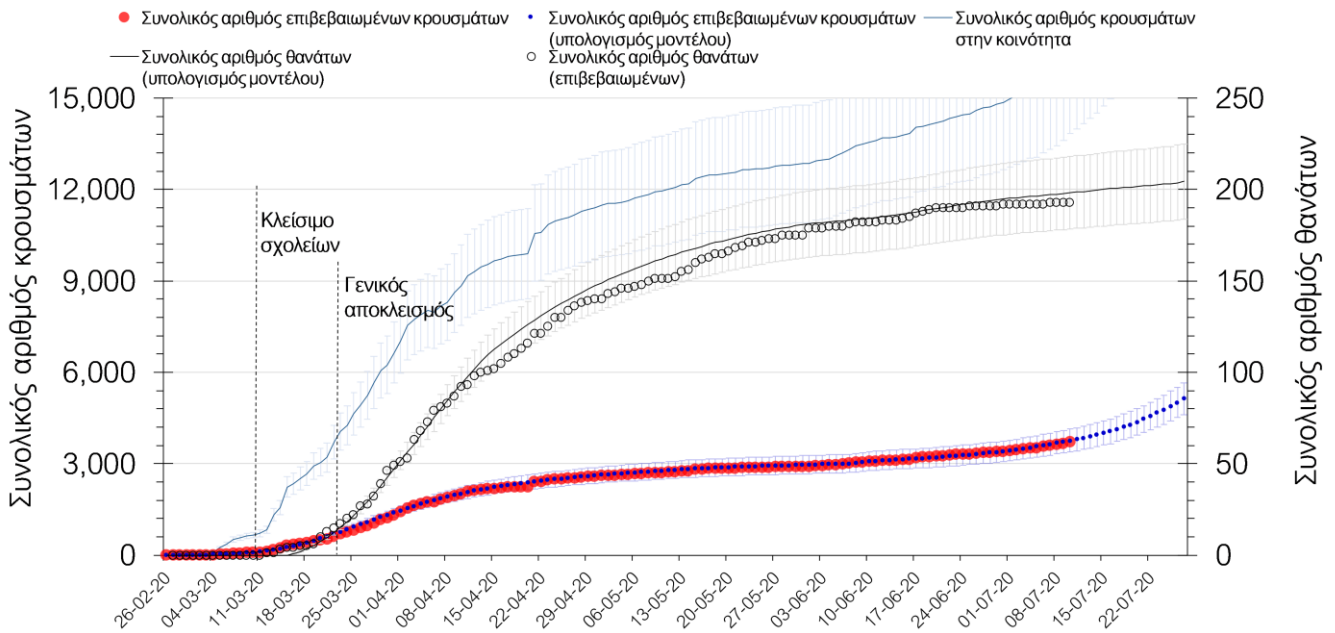


Σχήμα 2. Μεταβολή της μεταδοτικότητας και του R_t κατά τη διάρκεια του έτους 2020, για τα ισχύοντα μέτρα και τις υπάρχουσες ροές ασυμπτωματικών/προσυμπτωματικών τουριστών.

Εντούτοις, η πραγματική εικόνα είναι πιο σύνθετη, γιατί πλέον, πρέπει να ληφθεί υπόψιν και η εισροή των τουριστών. Σε προηγούμενα στάδια εφαρμογής του μοντέλου, είχε επισημανθεί ο κίνδυνος από την εισροή φορέων, και μάλιστα είχαν αναλυθεί σενάρια διαφορετικών ροών, σύμφωνα με τα οποία **είχε επισημανθεί ο κίνδυνος πρόωρης αναζωπύρωσης, στη περίπτωση που σημαντικός αριθμός φορέων θα εισέρχονταν σε καθημερινή βάση.** Με βάση τα πιο πρόσφατα αποτελέσματα του μοντέλου, και έχοντας πλέον αρχίσει να σχηματίζουμε εικόνα για τη ροή των ασυμπτωματικών/προσυμπτωματικών τουριστών, παρουσιάζονται οι νεότερες προβλέψεις. Ένα σημείο που είχε τονιστεί επανειλημμένα, είναι ότι στην περίπτωση που κάποιο κρούσμα βρίσκεται στην προσυμπτωματική φάση, παρατηρείται και η **υψηλότερη μεταδοτικότητα**, γι' αυτό και είναι **καίριας σημασίας ο εντοπισμός αυτών των φορέων της νόσου κατά την είσοδο τους στη χώρα και η απομόνωση τους.** Συνολικά, η εικόνα των κρουσμάτων και των θανάτων όπως έχουν καταγραφεί και υπολογισθεί με το μοντέλο, παρουσιάζονται στο Σχήμα 3. Επιπλέον, για να έχουμε μια καλύτερη εικόνα της διασποράς στην κοινότητα, έχει υπολογισθεί ο συνολικός αριθμός των κρουσμάτων (πέρα των καταγεγραμμένων) στην κοινότητα. Για να υπολογιστεί ο συνολικός αριθμός των κρουσμάτων στην κοινότητα, ο αριθμός των επιβεβαιωμένων κρουσμάτων πολλαπλασιάστηκε με ένα συντελεστή, ο οποίος με βάση τα αποτελέσματα διεθνούς μελέτης που λαμβάνει υπόψη τη θνησιμότητα του ιού (περίπου 1.4%) και τη χρονική υστέρηση μεταξύ μετάδοσης και θανάτου (περίπου 13 ημέρες) [3], για την Ελλάδα έχει προσδιοριστεί να κυμαίνεται μεταξύ 8.5 (για τις πρώτες ημέρες που επιβεβαιώθηκαν κρούσματα) έως 3.8 (για τις τελευταίες ημέρες όπου έχει περιορισθεί η διασπορά και έχουν πραγματοποιηθεί περισσότεροι έλεγχοι). Για αντιπαραβολή, ο αντίστοιχος συντελεστής στην Ιταλία τις πρώτες μέρες εκδήλωσης του φαινομένου ήταν ίσως με 16. **Με βάση λοιπόν τα μέχρι τώρα αποτελέσματα, φαίνεται**

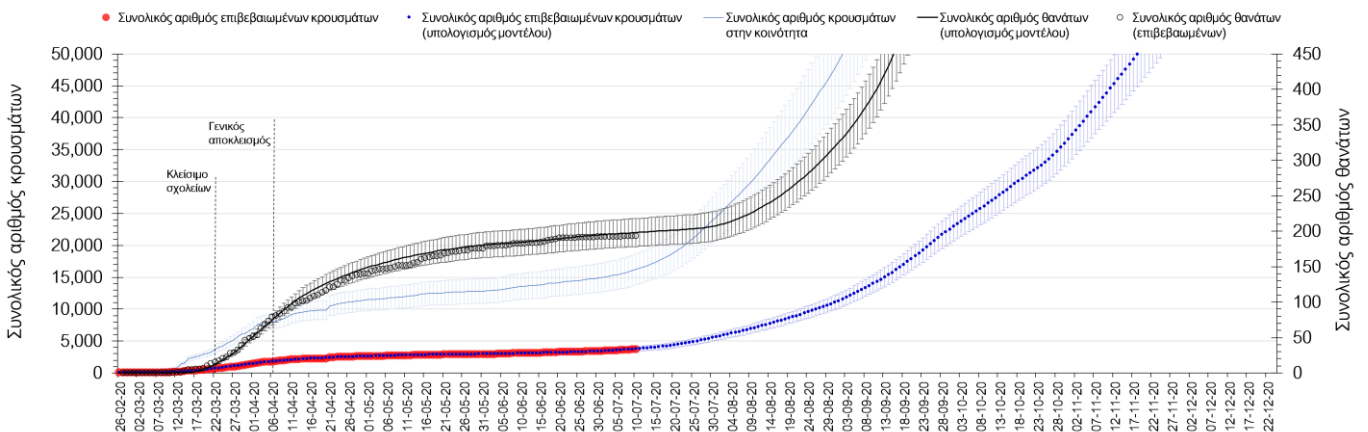


ότι τις τελευταίες ημέρες υπάρχει μια αυξητική τάση νέων κρουσμάτων, που κυρίως οφείλονται σε φορείς προερχόμενους από το εξωτερικό. Η χρονική εξέλιξη των κρουσμάτων (σωρευτικά) παρουσιάζεται με την μπλε γραμμή, ενώ τα καταγεγραμμένα περιστατικά παρουσιάζονται με τις κόκκινες τελείες. Αντίστοιχα, ο συνολικός αριθμός των θανάτων, παρουσιάζεται με τη μαύρη γραμμή.



Σχήμα 3. Χρονική εξέλιξη του συνολικού αριθμού των καταγεγραμμένων περιστατικών όπως αποτυπώνονται από τα δεδομένα του ΕΟΔΥ, και όπως έχουν προβλεφθεί από το μοντέλο, καθώς και ο πραγματικός αριθμός και η πρόβλεψη για το συνολικό αριθμό των θανάτων, καθώς και η διασπορά του ιού στην κοινότητα.

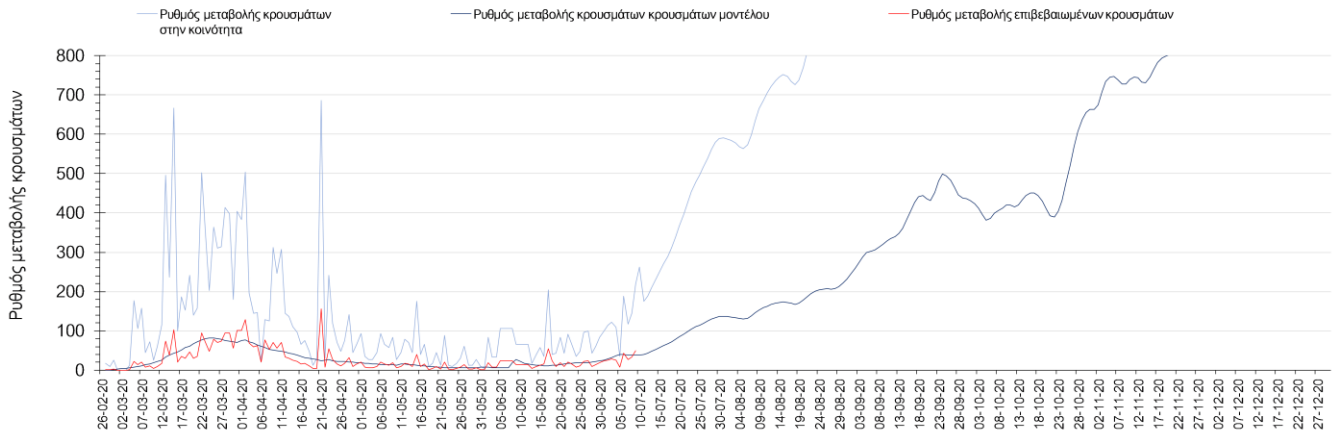
Στη περίπτωση που δεν περιοριστούν οι ροές ασυμπτωματικών/προσυμπτωματικών τουριστών, και ταυτόχρονα δεν ληφθούν κάποια επιπλέον μέτρα κοινωνικής αποστασιοποίησης τότε η επιδημιολογική εικόνα της χώρας στους επόμενους μήνες αναμένεται να είναι η ακόλουθη, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 4. Χρονική εξέλιξη του συνολικού αριθμού των καταγεγραμμένων περιστατικών όπως αποτυπώνονται από τα δεδομένα του ΕΟΔΥ, και όπως έχουν προβλεφθεί από το μοντέλο, καθώς και ο πραγματικός αριθμός και η πρόβλεψη για το συνολικό αριθμό των θανάτων μέχρι τέλος του έτους, με βάση τις υπάρχουσες ροές ασυμπτωματικών/προσυμπτωματικών τουριστών και εάν δεν ληφθούν μέτρα περιορισμού της ροής των φορέων (~50 ανά ημέρα) και μέτρα κοινωνικής αποστασιοποίησης.



Συνεπώς, παρά τη μείωση της μεταδοτικότητας λόγω της καλοκαιρινής περιόδου και της επίδρασης της θερμοκρασίας, της υπεριώδους ακτινοβολίας και της υγρασίας, η είσοδος του ίδιου αριθμού φορέων που υπολογίζεται να έχουμε σήμερα (~50 φορείς ημερησίως), θα μπορούσε να συντελέσει σε πρόωρη αναζωπύρωση, η οποία θα μπορούσε να μεταφραστεί σε σημαντική αύξηση των κρουσμάτων από τα τέλη Ιουλίου. Ο ρυθμός αύξησης των κρουσμάτων από τον εντοπισμό της νόσου στη χώρα, καθώς και στους επόμενους μήνες, παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.



Σχήμα 5. Ρυθμός μεταβολής των επιβεβαιωμένων κρουσμάτων, των κρουσμάτων σύμφωνα με την πρόβλεψη του μοντέλου και της διασποράς στην κοινότητα.

Από την ανάλυση των εν λόγω αποτελεσμάτων και προβλέψεων, γίνεται προφανής η σημαντικότητα τόσο της τήρησης των βασικών μέτρων προστασίας, όσο και του ελέγχου των τουριστών που θα εισέρχονται στη χώρα. Ταυτόχρονα, είναι σημαντική η συνέχιση των ελέγχων στον πληθυσμό, έτσι ώστε σε περίπτωση εντοπισμού τοπικών εστιών διάδοσης, να γίνονται στοχευμένες παρεμβάσεις περιορισμού, καθώς και ιχνηλάτιση των επαφών για αποφυγή περαιτέρω διάδοσης.

Βιβλιογραφία

- [1] J.C. Blackwood and L.M. Childs, *An introduction to compartmental modeling for the budding infectious disease modeler*. Letters in Biomathematics, 2018. **5**(1): p. 195-221.
- [2] B.F. Maier and D. Brockmann, *Effective containment explains sub-exponential growth in confirmed cases of recent COVID-19 outbreak in Mainland China*. medRxiv, 2020: p. 2020.02.18.20024414.
- [3] T. Russell, J. Hellewell, S. Abbott, N. Golding, H. Gibbs, C. Jarvis, K. Zandvoort, S. Flasche, S. Eggo, W. Edmunds, and A. Kucharski, *Using a delay-adjusted case fatality ratio to estimate under-reporting*. https://cmmid.github.io/topics/covid19/global_cfr_estimates.html. 2020.