

---

# Πλατφόρμα για Απομακρυσμένη Εξατομικευμένη Πρόληψη και Θεραπευτική Φροντίδα σχετικά με τον COVID-19 με χρήση μεθόδων Τεχνητής Νοημοσύνης

---

## Περίληψη

---

Διανύουμε μια περίοδο πανδημίας και μέχρι να βρεθεί το κατάλληλο εμβόλιο ή η αποτελεσματική φαρμακευτική ουσία, είναι επιτακτική η ανάγκη να περιορίσουμε όσο το δυνατόν περισσότερο, την εξάπλωση του κορονοϊού «**SARS-CoV-2**» καθώς επίσης και να δημιουργήσουμε εργαλεία τα οποία θα λειτουργούν υποστηρικτικά στο Εθνικό Σύστημα Υγείας (Ε.Σ.Υ.). Λαμβάνοντας υπόψη ότι υπάρχει έλλειψη στα αντιδραστήρια για την προληπτική διενέργεια του τεστ για τον κορωνοϊό, μας οδηγεί στην εύρεση εναλλακτικών λύσεων. Παράλληλα, επικρατεί μια καθολική ανησυχία από τον κόσμο (ασθενείς και μη) λόγω της άγνοιας ή ελλιπούς γνώσης σχετικά με την προφύλαξη, την αντιμετώπιση και την θεραπευτική φροντίδα από τον ιό. Προς αυτή την κατεύθυνση, σημαντική μπορεί να είναι η συνεισφορά της «**Τηλε-υγείας**» (**Telehealth**) μέσα από την χρήση της «**Τεχνητής Νοημοσύνης**» (**Artificial Intelligence**), η οποία έχει επιφέρει επανάσταση σε πολλούς τομείς, όπως και στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης.

Η ιδέα που προτείνεται αφορά μια ψηφιακή πλατφόρμα εξατομικευμένης λήψης αποφάσεων αναφορικά με την πανδημία του κορονοϊού τόσο σε επίπεδο πρόληψης, όσο και σε επίπεδο υποστήριξης των δομών του Ε.Σ.Υ.. Συγκεκριμένα, προτείνεται η δημιουργία μιας ψηφιακής πλατφόρμας, η οποία θα έχει 4 βασικούς πυλώνες, οι οποίοι θα αφορούν: α) την ενσωμάτωση μια έτοιμης (σε πιλοτικό επίπεδο) εφαρμογής σε περιβάλλον τεχνολογίας «**υπολογιστικού νέφους**» (**cloud computing**) τηλεϊατρικής Covid-19 που περιλαμβάνει τόσο την αξιολόγηση όσο και την εξατομικευμένη τηλε-θεραπευτική φροντίδα, την ανάπτυξη δύο εφαρμογών για κινητά (mobile apps), τα οποία θα εκτιμούν β) το «**ατομικό επίπεδο ρίσκου**» για κάθε πολίτη αναφορικά με την προοπτική να νοσήσει από τον **COVID-19** βάσει πολλών παραγόντων και γ) το βαθμό επικινδυνότητας του ασθενούς στην περίπτωση που έχει νοσήσει από τον **COVID-19**, λειτουργώντας υποστηρικτικά για τις δομές του Ε.Σ.Υ.. Οι 3 εφαρμογές που θα περιέχει η πλατφόρμα θα βασίζονται στον τέταρτο πυλώνα της πρότασης ο οποίος θα τροφοδοτήσει τις εφαρμογές με δ) νέους και σύγχρονους αλγόριθμους Τεχνητής Νοημοσύνης και Μηχανικής Μάθησης, καθώς επίσης και από σύγχρονα και αποδοτικά εργαλεία οπτικοποίησης.

**Λέξεις Κλειδιά:** Cloud-based platform, Mobile app, Τεχνητή Νοημοσύνη, Μηχανική Μάθηση, SARS-CoV-2, Covid-19, Εκτίμηση Ρίσκου, Εξατομικευμένη Ιατρική

---

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή .....	3
2. Ανάγκη για Τηλεϊατρική με μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης.....	3
3. Στόχοι και Λειτουργικότητα Συστήματος.....	4
4. Λειτουργική Αρχιτεκτονική Συστήματος .....	7
Αναφορές .....	9

## 1. Εισαγωγή

---

Τους τελευταίους μήνες διανύουμε την πανδημία λόγω της ασθένειας κορονοϊού 2019 (Coronavirus disease 2019, COVID-19), γνωστή ως οξεία αναπνευστική νόσος 2019-nCoV. Πρόκειται για μία μολυσματική ασθένεια που προκαλείται από τον κορονοϊό σοβαρού οξέος αναπνευστικού συνδρόμου τύπου 2, γνωστό με το διεθνές όνομα SARS-CoV-2 (Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2)<sup>1</sup>. Ο ιός είναι μεταδοτικός μεταξύ των ανθρώπων και δεν υπάρχει εμβόλιο κατά του ιού αυτήν τη στιγμή. Η εξελισσόμενη πανδημία που βιώνουμε έχει δημιουργήσει μία κατάσταση έκτακτης ανάγκης διεθνούς ενδιαφέροντος που αφορά τη δημόσια υγεία, μιας και έχει τρομερές συνέπειες<sup>2</sup> με εκατομμύρια κρούσματα (2,572,603 μέχρι 22/4/2020) και δεκάδες χιλιάδες θανάτους (178,548 μέχρι 22/4/2020).

## 2. Ανάγκη για Τηλεϊατρική με μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης

---

Η διάγνωση για τη νόσο COVID-19, με βάση τα πρωτόκολλα δοκιμών που έχει δημοσιεύσει ο Π.Ο.Υ., πραγματοποιείται<sup>3</sup> με δείγματα αναπνευστικού ή αίματος, με τα αποτελέσματα να είναι διαθέσιμα μέσα σε λίγες ώρες έως ημέρες. Ωστόσο, ο μεγάλος όγκος των απαιτήσεων για προληπτική διενέργεια του τεστ για τον κορονοϊό έχει προκαλέσει πρόβλημα, τόσο στα ιδιωτικά κέντρα υγείας, όσο και στα δημόσια, καθώς τα αντιδραστήρια που χρειάζονται, παρουσιάζουν έλλειψη. Η έλλειψη αυτή εμφανίζεται σε παγκόσμιο επίπεδο και δημιουργεί πολλά προβλήματα<sup>4</sup>, όπως είναι αναμενόμενο.

Το αναδυόμενο πεδίο της Τηλεϊατρικής αποκτά πιο γερά θεμέλια μέσα από τις πρόσφατες εξελίξεις της τεχνολογίας. Μέρος αυτής της εξέλιξης, επιτρέπει και την χρήση της απομακρυσμένης φροντίδας, καθοδήγησης και ενημέρωσης σε επίπεδο υγειονομικής περίθαλψης. Η ένταξη της «Τεχνητής Νοημοσύνης» (Artificial Intelligence - AI) και της «Μηχανικής Μάθησης» (Machine Learning - ML) στην επίλυση των «προβλημάτων του πραγματικού κόσμου» (real-world problems), έχει επιφέρει επανάσταση σε πολλούς τομείς, όπως και στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Αποτελούν μια αξιόπιστη προσέγγιση για την αντιμετώπιση προκλήσεων όπως η προαναφερθείσα στο βαθμό της υποστηρικτικής βοήθειας, τόσο για την αναχαίτιση της εξάπλωσης, όσο και για την αποδοτικότερη λειτουργία των επηρεαζόμενων δομών του Ε.Σ.Υ.. Η διεθνής επιστημονική κοινότητα έχει αρχίσει να αναδεικνύει τα σημαντικά οφέλη από την εφαρμογή τεχνικών ML στο πλαίσιο της

---

<sup>1</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Severe\\_acute\\_respiratory\\_syndrome\\_coronavirus\\_2](https://en.wikipedia.org/wiki/Severe_acute_respiratory_syndrome_coronavirus_2)

<sup>2</sup> <https://www.worldometers.info/coronavirus/> (τελευταία ανάκτηση στις 22/4/2020)

<sup>3</sup> «Real-Time RT-PCR Panel for Detection 2019-nCoV». Centers for Disease Control and Prevention. 22/4/2020.

<sup>4</sup> <https://www.bbc.com/news/uk-politics-52118781>

διαχείρισης της πανδημίας που διανύουμε, με πολύ υποσχόμενα τα πρώτα αποτελέσματα (DeCaprio et al., 2020; Santosh, 2020; Ong et al., 2020).

### 3. Στόχοι και Λειτουργικότητα Συστήματος

---

Το προτεινόμενο σύστημα αποτελείται από 4 βασικούς πυλώνες, οι οποίοι είναι οι εξής:

- i. Σε επίπεδο **απομακρυσμένης υγειονομικής περίθαλψης**, η δημιουργία μιας πλατφόρμας τηλεϊατρικής Covid-19. Μέσω της cloud-based πλατφόρμας δύναται με το πάτημα ενός κουμπιού, να ενεργοποιηθεί η διαδικασία που περιλαμβάνει όλες τις ενέργειες που απαιτούνται από την αξιολόγηση μέχρι την εξατομικευμένη παροχή θεραπευτικής φροντίδας σχετικά με τον Covid-19. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνονται τα κάτωθι:
  - Παρέχεται στον πληθυσμό άμεση πρόσβαση σε ένα διαδικτυακό ερωτηματολόγιο μέσω του οποίου μπορούν αποτελεσματικά να έχουν πρόσβαση στην τηλεϊατρική φροντίδα. Συγκεκριμένα, ο ασθενής εισέρχεται σε μια ιστοσελίδα μέσω οποιουδήποτε προγράμματος περιήγησης ανεξαρτήτως της χρησιμοποιούμενης συσκευής και αφού εγγραφεί σε αυτή ως χρήστης, συμπληρώνει και αποστέλλει το αρχικό ερωτηματολόγιο αξιολόγησης.
  - Στην συνέχεια, ο συντονιστής ιατρός αξιολογεί τις απαντήσεις του ασθενούς και αποφασίζει εάν μπορεί να ενταχθεί στο πρόγραμμα παρακολούθησης από το σπίτι επικοινωνώντας ηλεκτρονικά μαζί του, επιτυγχάνοντας έτσι απομακρυσμένη παρακολούθηση, αξιολόγηση συμπτωμάτων και κλινικό έλεγχο ασθενών απομακρυσμένα μέσω των απαντήσεων που αναφέρθηκαν από αυτούς.
  - Ανάλογα με τις οδηγίες του συντονιστή ιατρού και με τη βοήθεια αναλογικών ή ψηφιακών εργαλείων μέτρησης, ο ασθενής δύναται να καταχωρήσει online στην πλατφόρμα τα αποτελέσματα για το οξυγόνο, την πίεση, τις σφίξεις, τη θερμοκρασία του σώματος του, κ.α..
  - Πραγματοποιούνται εύκολα απομακρυσμένες τηλε-συμβουλές, τηλε-διασκέψεις με συμπτωματικούς ασθενείς, ώστε ο ιατρός να σχηματίσει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα.
  - Με τον τρόπο αυτό, ο ιατρός, παρακολουθεί καθημερινά την εξέλιξη της κατάστασής του εκάστοτε ασθενούς και τον καθοδηγεί ανάλογα.
  - Αποστολή συγκεκριμένων οδηγιών και διαβαθμισμένων πλάνων φροντίδας ανάλογα με την κατάσταση του ασθενούς. Από τις ενδείξεις, ο ιατρός κρίνει επίσης εάν πρέπει να επισκεφθεί τον ασθενή κατ'οίκον ή αν θα χρειασθεί να τον παραπέμψει σε Νοσοκομείο/ Κλινική (με ηλεκτρονικές οδηγίες).

- Διαχείριση εξ αποστάσεως ασθενών που βρίσκονται σε καραντίνα και ευπαθών ομάδων (follow-up).
- Παραπομπή των ασθενών σε εργαστηριακές και απεικονιστικές εξετάσεις βάσει της σοβαρότητας των συμπτωμάτων τους.

Η συγκεκριμένη εφαρμογή στηρίζεται σε μια ώριμη πλατφόρμα και τα επόμενα βήματα είναι η διασύνδεσή της με το πληροφοριακό σύστημα των νοσοκομείων και οι απαραίτητες ενέργειες για διαλειτουργικότητα.

- ii. Σε επίπεδο **πρόληψης**, μια νέα εφαρμογή, η οποία θα υλοποιηθεί ως εφαρμογή για κινητά (mobile app) και θα εκτιμά το **ατομικό επίπεδο ρίσκου για κάθε πολίτη** αναφορικά με την **προοπτική να νοσήσει από τον Covid-19** βάσει πολλών παραγόντων (του προσωπικού του ιατρικού φακέλου (ιατρικό ιστορικό και πρόσφατοι ιατρικοί βιοδείκτες), του εργασιακού του περιβάλλοντος (επίπεδο επικινδυνότητας βάσει του πληθυσμού στο χώρο εργασίας, περιοχή εργασίας, τύπο εργασίας και πρόσφατα κρούσματα στον ευρύτερο χώρο της εργασίας) και του τρόπου διαβίωσης (διατροφή, επίπεδο άσκησης, συνήθειες διασκέδασης). Δυνητικά θα αναπτυχθούν κατάλληλες διεπαφές επικοινωνίας για άντληση μέρους των δεδομένων από εξωτερικά πληροφοριακά συστήματα (ενδεικτικά αναφέρεται η δυνητική ανάπτυξη διεπαφών επικοινωνίας με δημοφιλή online κοινωνικά δίκτυα για την άντληση πληροφοριών αναφορικά με τον κοινωνικό κύκλο και τον τρόπο διαβίωσης του πολίτη). Σε κάθε περίπτωση θα ληφθούν υπόψη οι κείμενες προδιαγραφές οδηγιών για την προστασία των προσωπικών δεδομένων κάθε πολίτη και την ασφαλή επικοινωνία με εξωτερικά πληροφοριακά συστήματα (π.χ. GDPR και OAuth 2.0).

Η συγκεκριμένη εφαρμογή στηρίζεται σε ένα υπάρχον μοντέλο και τα επόμενα βήματα είναι η βελτίωσή της μέσω τεχνικών μηχανικής μάθησης και εργαλείων οπτικοποίησης, η τελική υλοποίηση σε περιβάλλον εφαρμογής για κινητά και οι απαραίτητες ενέργειες για διαλειτουργικότητα.

- iii. Σε επίπεδο **υποστήριξης του Εθνικού Συστήματος Υγείας**, μια νέα εφαρμογή για κινητά και θα εκτιμά την σοβαρότητα της κατάστασης του ασθενούς, εφόσον ο πολίτης έχει νοσήσει από τον Covid-19. Βασικός σκοπός είναι να εξετάζεται η **προοπτική της εισαγωγής του πολίτη σε Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ)**. Σε κεντρικό επίπεδο το προτεινόμενο σύστημα θα υποστηρίζει:

- Τον **προγραμματισμό και τη διαχείριση των διαθέσιμων μονάδων εντατικής θεραπείας** δεδομένου ότι θα αναγνωρίζει ανά περιφέρεια, πόλη και μεμονωμένη περιοχή το πλήθος των νοσούντων.
- Την **προοπτική διασποράς της νόσου βάσει επιδημιολογικών μοντέλων** που θα εκτιμώνται βάσει του κοινωνικού κύκλου του νοσούντος.
- Το **βαθμό επικινδυνότητας για αντιμετώπιση κάθε περιστατικού** μέσω εισαγωγής σε μονάδα εντατικής θεραπείας με αποτέλεσμα τη βελτίωση στον

προγραμματισμό των διαθέσιμων ΜΕΘ στα νοσοκομεία αναφοράς ή στις λοιπές νοσηλευτικές μονάδες.

- Την εκτίμηση ενός **Covid-19 Vulnerability Index** (δείκτης ευπάθειας απέναντι στον Covid-19) σε επίπεδο πληθυσμού της χώρας, περιφέρειας, πόλης και, δυνητικά, κοινότητας του κάθε πολίτη. Ήδη, στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν εκκινήσει να εξετάζονται ανάλογες προσπάθειες [π.χ. (DeCaprio, Gartner, Burgess, Kothari, & Sayed, 2020; Gilbert, et al., 2020; Wijnants, et al., 2020) οι οποίες μπορούν να επεκταθούν και να εφαρμοστούν στην Ελλάδα για την αποτελεσματικότερη διαχείριση πανδημικών καταστάσεων από το Εθνικό Σύστημα Υγείας.

Παράλληλα, σε περίπτωση που το ευφυές σύστημα σε συνεργασία με τον συντονιστή ιατρό εκτιμά ότι ο ασθενής δεν απαιτείται να εισαχθεί σε ΜΕΘ, το σύστημα θα προτείνει στον πολίτη συγκεκριμένες δράσεις για την αντιμετώπιση και θεραπεία του Covid-19, ενώ θα προστατεύει την κοινότητα από τη διασπορά της νόσου ανατροφοδοτώντας τα μοντέλα εκτίμησης με την τοποθεσία του νοσούντος, καθώς και τον κοινωνικό και επαγγελματικό του κύκλο, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις υποδείξεις και οδηγίες προστασίας των προσωπικών δεδομένων.

Η συγκεκριμένη εφαρμογή στηρίζεται σε ένα υπάρχον μοντέλο και τα επόμενα βήματα είναι η βελτίωσή της μέσω τεχνικών μηχανικής μάθησης και εργαλείων οπτικοποίησης, η τελική υλοποίηση σε περιβάλλον εφαρμογής για κινητά και οι απαραίτητες ενέργειες για διαλειτουργικότητα.

Οι παραπάνω εφαρμογές θα στηριχθούν μέσα από νέους και σύγχρονους αλγορίθμους Τεχνητής Νοημοσύνης και Μηχανικής Μάθησης, καθώς επίσης και από αποδοτικά εργαλεία οπτικοποίησης. Σε επίπεδο Τεχνητής Νοημοσύνης, θα σχεδιασθούν μεθοδολογικά πλαίσια Μηχανικής Μάθησης, τα οποία να έχουν υψηλές αποδόσεις σε ακρίβεια, ταχύτητα και ευφυείς τρόπους ομαλής αποφυγής της τεράστιας πολυπλοκότητας των δεδομένων μεγάλου όγκου που θα συναντήσουμε κατά την ανάλυση. Προς αυτή την κατεύθυνση, θα ασχοληθούμε με τις ερευνητικές προκλήσεις αιχμής των δεδομένων μεγάλου όγκου προτείνοντας νέες μεθόδους και αλγορίθμους Μηχανικής Μάθησης.

Σε επίπεδο **οπτικοποίησης των δεδομένων** το σύστημα θα δίνει ιδιαίτερη σημασία στο γεγονός πως ο κόσμος μας είναι εγγενώς οπτικός, όπου οι εικόνες μιλούν πιο δυνατά από τις λέξεις. Με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών ML για να συλλέγουν μαζικές ποσότητες δεδομένων από τους χρήστες του σε επίπεδο ασθενών, αλλά και συντονιστών ιατρών, θα παρέχει τρόπους αποδοτικής ανάλυσης, ταξινόμησης, κατανόησης και εξήγησης των δεδομένων με τρόπο που θα βγάζει νόημα, τόσο για τους ίδιους τους ασθενείς, όσο και για το ευρύ κοινό. Θα παρέχει υποστήριξη μεγάλων συνόλων δεδομένων και δυναμικών συμπεριφορών για παροχή στοιχείων αλληλεπίδρασης και animation, ούτως ώστε τα αποτελέσματα των

πολύπλοκων αλγόριθμων να καταστούν πολύ πιο εύκολα κατανοητά σε οπτική μορφή, με τη χρήση, ενδεικτικά και όχι περιοριστικά, απεικονίσεων όπως:

- τα ταμπλό (dashboards)
- τα σύννεφα φούσκες (bubble clouds)
- τα γραφήματα κουκκίδων (bullet graphs)
- οι χάρτες θερμότητας (heat maps)
- τα ακτινικά δέντρα (radial trees)
- τα γραφήματα πληροφοριών (infographics)
- τα γραφήματα παρόδου του χρόνου (time lapse graphs)
- τα γραφήματα ροής (stream graphs)

## 4. Λειτουργική Αρχιτεκτονική Συστήματος

---

Η πλατφόρμα είναι δομημένη στα εξής διακριτά υποσυστήματα:

- Η εκτίμηση των μοντέλων πρόγνωσης και διαχείρισης ρίσκου πραγματοποιείται μέσω του υποσυστήματος **Risk Analysis and Mitigation Engine - RAME**. Το υποσύστημα RAME εκμεταλλεύεται προηγμένους αλγόριθμους ML και AI που έχουν αναπτυχθεί από το εργαστήριο BiheLab αναφορικά με την ανάλυση των πρωτογενών δεδομένων και την εκτίμηση, τόσο του ατομικού επιπέδου ρίσκου για κάθε πολίτη σε σχέση με την προοπτική να νοσήσει από τον Covid-19 (στην περίπτωση των μη νοσούντων), όσο και σε σχέση με την προοπτική να απαιτείται η εισαγωγή του πολίτη σε ΜΕΘ (στην περίπτωση των νοσούντων). Η προσέγγιση που ακολουθείται βασίζεται σε παραμετροποίηση του αλγόριθμου μηχανικής μάθησης XGBoost. Σημειώνεται ότι η καταλληλότητα του εν λόγω αλγορίθμου ως πυρήνας της αναλυτικής προσέγγισης τεκμηριώνεται από την τρέχουσα βιβλιογραφία στην οποία εφαρμόζεται ο αλγόριθμος για την κατηγοριοποίηση περιστατικών Covid-19 ως προς το επίπεδο κρισιμότητάς τους (Yan, Zhang, Goncalves, et al., 2020; Yan, Zhang, Xiao, et al., 2020). Αντίστοιχα, ο αλγόριθμός έχει εφαρμοστεί και για την εκτίμηση της κοινωνικο-οικονομικής συμπεριφοράς του πληθυσμού βάσει πολλαπλών ιδιοτήτων (Doi, Mizuno, & Fujiwara). Στο πλαίσιο της πλατφόρμας ο αλγόριθμος έχει παραμετροποιηθεί κατάλληλα λαμβάνοντας υπόψη τα πρωτογενή δεδομένα που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, έτσι ώστε να κατηγοριοποιεί κάθε πολίτη σε συγκεκριμένες κλάσεις (ενδεικτικά αναφέρονται οι κλάσεις: (α) ευπαθής πληθυσμός που χρήζει προληπτικής αντιμετώπισης, (β) πληθυσμός με υψηλό ποσοστό να νοσήσει από Covid-19, (γ) πληθυσμός με υψηλό ποσοστό να έχει ήδη νοσήσει από Covid-19 και είναι ασυμπτωματικός, (δ) πληθυσμός με υψηλό ποσοστό να έχει ήδη αναρρώσει από Covid-19 και (ε) πληθυσμός που νοσεί

από Covid-19 με υψηλό ποσοστό να χρειάζεται εισαγωγή σε ΜΕΘ με τις αντίστοιχες περιπτώσεις χαμηλού ποσοστού επιβεβαίωσης).

- Η αλληλεπίδραση των χρηστών – πολιτών με την εφαρμογή υποστηρίζεται μέσω του υποσυστήματος **MOBILE Risk analySis and managemEnt service - MORSE**. Το υποσύστημα MORSE εκμεταλλεύεται τις έξυπνες κινητές συσκευές (tablets και κινητά τηλέφωνα), έτσι ώστε να συλλέγει σημαντικά πρωτογενή δεδομένα για τους αλγόριθμους ML σχετικά με τις καθημερινές διαδρομές και αλληλεπιδράσεις του πολίτη στο εργασιακό και κοινωνικό του περιβάλλον. Τα ιστορικά διαθέσιμα δεδομένα (εργασιακές και κοινωνικές συνήθειες και αλληλεπιδράσεις) χρησιμοποιούνται ως **μηχανισμός επανατροφοδότησης των μοντέλων πρόβλεψης και** επανα-κατατάσσουν δυναμικά τους χρήστες στις διακριτές κλάσεις επαναπροσδιορίζοντας ταυτόχρονα τα ποσοστά επαλήθευσης κάθε απόφασης κατάταξης. Το υποσύστημα λαμβάνει υπόψη όλες τις υποδείξεις προστασίας των προσωπικών δεδομένων σύμφωνα με τη νομοθεσία και τις υφιστάμενες οδηγίες (π.χ. GDPR).
- Σε κεντρικό επίπεδο, οι πολίτες μπορούν να λαμβάνουν στατιστικά στοιχεία μέσω του υποσυστήματος **Prognosis and Illustration Engine - PIE**. Το υποσύστημα PIE αποτελεί μια διαδικτυακή πλατφόρμα η οποία επεξεργάζεται τις υποδείξεις του υποσυστήματος RAME και παρέχει εναλλακτικούς τρόπους απεικόνισης της κάτωθι πληροφορίας για την αποτελεσματικότερη λήψη αποφάσεων και προγραμματισμού έναντι της πανδημίας, όπως π.χ.:
  - Καταγραφή συνολικά στη χώρα, ανά περιφέρεια, πόλη και μεμονωμένη περιοχή του πληθυσμού ανά εκτιμώμενη κλάση, ήτοι (α) ευπαθής πληθυσμός που χρήζει προληπτικής αντιμετώπισης, (β) πληθυσμός με υψηλό ποσοστό να νοσήσει από Covid-19, (γ) πληθυσμός με υψηλό ποσοστό να έχει ήδη νοσήσει από Covid-19 και είναι ασυμπτωματικός, (δ) πληθυσμός με υψηλό ποσοστό να έχει ήδη αναρρώσει από Covid-19 και (ε) πληθυσμός που νοσεί από Covid-19 με υψηλό ποσοστό να χρειάζεται εισαγωγή σε ΜΕΘ με τις αντίστοιχες περιπτώσεις χαμηλού ποσοστού επιβεβαίωσης.
  - Καταγραφή συνολικά στη χώρα, ανά περιφέρεια, πόλη και μεμονωμένη περιοχή της αναμενόμενης προοπτικής διασποράς της νόσου βάσει επιδημιολογικών μοντέλων.
  - Εκτίμηση του εθνικού Covid-19 Vulnerability Index (δείκτης ευπάθειας απέναντι στον Covid-19) και σε επίπεδο περιφέρειας, πόλης και, δυνητικά, κοινότητας του κάθε πολίτη.
  - Παρουσίαση δεδομένων σε εικονογραφική ή γραφική μορφή με εργαλεία οπτικοποίησης των δεδομένων, παρέχοντας στους χρήστες διαισθητικά μέσα για να εξερευνούν και να αναλύουν διαδραστικά τις παρεχόμενες



πληροφορίες, επιτρέποντάς τους να εντοπίζουν αποτελεσματικά ενδιαφέροντα μοτίβα και να συνάγουν συσχετισμούς και αιτιώδεις παράγοντες.

Η εφαρμογή θα στηριχθεί στο σύστημα Triage, την διαδικασία ιεράρχησης των ασθενών με βάση τη σοβαρότητα της κατάστασής τους, ώστε να αντιμετωπιστούν όσο το δυνατό αποτελεσματικότερα. Επίσης, θα στηριχθεί μέσα από τις μελέτες Zhu et al. (2020), Dutheil et al. (2020), Zhao et al. (2020), Verbeek et al. (2020), Liu et al. (2020).

## Αναφορές

---

- DeCaprio, D., Gartner, J., Burgess, T., Kothari, S., & Sayed, S. (2020). Building a COVID-19 Vulnerability Index. arXiv preprint arXiv:2003.07347.
- Doi, S., Mizuno, T., & Fujiwara, N. Estimation of Socioeconomic Attributes from Location Information.
- Dutheil F, Baker JS, Navel V. COVID-19 as a factor influencing air pollution? [published online ahead of print, 2020 Apr 9]. Environ Pollut. 2020;263(Pt A):114466. doi:10.1016/j.envpol.2020.114466
- Gilbert, M., Pullano, G., Pinotti, F., Valdano, E., Poletto, C., Boëlle, P.-Y., d'Ortenzio, E., Yazdanpanah, Y., Eholie, S. P., & Altmann, M. (2020). Preparedness and vulnerability of African countries against importations of COVID-19: a modelling study. *The Lancet*, 395, 871-877.
- Liu J, Zhou J, Yao J, et al. Impact of meteorological factors on the COVID-19 transmission: A multi-city study in China [published online ahead of print, 2020 Apr 9]. *Sci Total Environ*. 2020; 726:138513.
- Ong, E., Wong, M. U., Huffman, A., & He, Y. (2020). COVID-19 coronavirus vaccine design using reverse vaccinology and machine learning. *BioRxiv*.
- Santosh, K. C. (2020). AI-driven tools for coronavirus outbreak: need of active learning and cross-population train/test models on multitudinal/multimodal data. *Journal of Medical Systems*, 44(5), 1-5.
- Verbeek JH, Rajamaki B, Ijaz S, et al. Personal protective equipment for preventing highly infectious diseases due to exposure to contaminated body fluids in healthcare staff. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;4:CD011621. Published 2020 Apr 15. doi:10.1002/14651858.CD011621.pub4
- Wynants, L., Van Calster, B., Bonten, M. M., Collins, G. S., Debray, T. P., De Vos, M., Haller, M. C., Heinze, G., Moons, K. G., & Riley, R. D. (2020). Prediction models for diagnosis and prognosis of covid-19 infection: systematic review and critical appraisal. *bmj*, 369.
- Yan, L., Zhang, H.-T., Goncalves, J., Xiao, Y., Wang, M., Guo, Y., Sun, C., Tang, X., Jin, L., & Zhang, M. (2020). A machine learning-based model for survival prediction in patients with severe COVID-19 infection. *medRxiv*.
- Yan, L., Zhang, H.-T., Xiao, Y., Wang, M., Sun, C., Liang, J., Li, S., Zhang, M., Guo, Y., & Xiao, Y. (2020). Prediction of criticality in patients with severe Covid-19 infection using three

clinical features: a machine learning-based prognostic model with clinical data in Wuhan. medRxiv.

Zhao Q, Meng M, Kumar R, et al. The impact of COPD and smoking history on the severity of Covid-19: A systemic review and meta-analysis [published online ahead of print, 2020 Apr 15]. *J Med Virol*. 2020;10.1002/jmv.25889. doi:10.1002/jmv.25889

Zhu Y, Xie J, Huang F, Cao L. Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China [published online ahead of print, 2020 Apr 15]. *Sci Total Environ*. 2020;727:138704. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.138704