



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ “ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΡΙΣΗ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ”**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ
“Οι Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στην Ανθρώπινη Υγεία και η
Εξέλιξη της Νοσοκομειακής Τεχνολογίας”**



Επιβλέπων Καθηγητής: Ιωάννης Μανιάτης

Στοιχεία Φοιτητή:

Όνοματεπώνυμο : Ανδρεσάκης Γεώργιος

Αριθμός Μητρώου ΜΚΚ2102

ΠΕΙΡΑΙΑΣ

2023



**UNIVERSITY OF PIRAEUS
DEPARTMENT OF DIGITAL SYSTEMS
POSTGRADUATE PROGRAM ON “CLIMATE CRISIS, INFORMATION
AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES”**

**THESIS ON
“The Impact of Climate Change on human health and the advancement of
hospital technology”**



Professor (Supervisor): Ioannis Maniatis

Student: Andresakis Georgios

MKK2102

PIRAEUS

2023

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου προς τον κ. Γιάννη Μανιάτη, επιβλέπων καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας και πρόεδρο του Μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών «Κλιματική Κρίση και Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών» του Πανεπιστημίου Πειραιώς για την άμεση ανταπόκριση και καθοδήγηση κατά την εκπόνηση της εργασίας καθώς και για την γενικότερη συνεργασία μας. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω και την οικογένεια μου για τη συμπαράστασή της σε ολόκληρη τη διάρκεια των σπουδών μου.

“

Δήλωση Πνευματικών Δικαιωμάτων

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο

“Οι επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στην Ανθρώπινη Υγεία και η Εξέλιξη της Νοσοκομειακής Τεχνολογίας”

καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και οι πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιώς αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) Ονοματεπώνυμο Φοιτητή, Έτος, Πόλη

Copyright (C) ΑΝΔΡΕΣΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ , 2023 , ΠΕΙΡΑΙΑΣ

Υπογραφή Φοιτητή:



“

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Λέξεις κλειδιά: κλιματική αλλαγή, ανθρώπινη υγεία, επίδραση, ιατρική τεχνολογία, τεχνητή νοημοσύνη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναλύεται το πολύπλευρο θέμα της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής στην ανθρώπινη υγεία και η ανάπτυξη της ιατρικής τεχνολογίας προς την αντιμετώπιση αυτού. Ξεκινώντας με την ανθρώπινη συνεισφορά στην κλιματική αλλαγή, παρουσιάζονται οι παράγοντες που ιστορικά οδήγησαν την ανθρωπότητα στο σημείο της απειλής απέναντι στην ίδια μέσω των καταστροφικών κλιματικών φαινομένων. Αναπτύσσεται το πως οι δυναμικές μεταβολές του κλίματος οδηγούν σε πρωτοφανείς συμπεριφορές τόσο στα οικοσυστήματα αλλά τόσο και στον άνθρωπο. Μελετάται η τρωτότητα του ανθρώπου ανά την έκθεση τους σε πολλαπλούς κινδύνους σχετιζόμενους με το κλίμα και εξετάζονται οι επιδράσεις που φέρει αυτό τόσο στην σωματική και ψυχική υγεία όσο και στη θνησιμότητα. Σε βαθύτερη ανάλυση αναπτύσσονται είδη ασθενειών που ποικίλουν ανά τον κόσμο με ρίζες στην κλιματική αλλαγή και την αλλοίωση της πανίδας μαζί με τις συνέπειες τους σε ατομικό αλλά και κοινωνικό επίπεδο. Τέλος, παρουσιάζεται μια πορεία της έως τώρα εξέλιξης των μέσων της υγειονομικής περίθαλψης μαζί με μακροπρόθεσμους στόχους στο βάθος των επόμενων ετών. Συμπεριλαμβάνονται ακόμα και κάποια ενδιαφέροντα αποσπάσματα από εταιρίες δραστήριες στον χώρο και δίνεται έμφαση στις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στον τομέα της ιατρικής τεχνολογίας και πως αυτή συμβάλει στις προκλήσεις που παρουσιάζονται.

SUMMARY

Key words: Climate change, human health, interference, medical technology, artificial intelligence

This thesis addresses the complex issue of the impact of climate change on human health and the development of medical technology to deal with it. Starting with the human contribution on climate change, present here are the factors that have historically led humanity to the point of threatening itself through catastrophic climate phenomena. It has been developed how dynamic climate changes lead to unprecedented behaviors both in ecosystems and in humans. The vulnerability of humans versus their exposure to multiple climate-related threats has been studied along with the effects of this on both physical, mental health and mortality levels. In deeper analysis, types of diseases have been developing that vary around the world with their roots been in the climate change and the alteration of the fauna with its consequences on an individual as well as a social level. Finally, a projection of the evolution of healthcare to date is presented along with the long-term bets in the next year's period. Some interesting inputs from companies active in the field are also included and emphasis is placed on the applications of artificial intelligence in the field of medical technology and how it contributes to the challenges that society will keep facing.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
SUMMARY.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
ABSTRACT.....	11
Α' ΜΕΡΟΣ.....	12
Η Κλιματική Αλλαγή και ο Αντίκτυπος στην Ανθρώπινη Ζωή	12
1. Κλιματική Αλλαγή.....	12
2. Ανθρώπινη Συνεισφορά στη Κλιματική Αλλαγή.....	15
3. Ιστορική αναδρομή και πορεία Κλιματικής Αλλαγής μέχρι Σήμερα.....	17
4. Βιωσιμότητα και Κλιματική Αλλαγή Υπό το Πρίσμα της Ευρωπαϊκής Ολοκλήρωσης.....	18
5. Εμπόριο και Κλιματική Αλλαγή.....	22
6. Μέσα Αντιμετώπισης της Κλιματικής Αλλαγής έως σήμερα.....	24
Β' Μέρος	30
Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην ανθρώπινη υγεία.....	30
1. Εισαγωγή.....	30
1.2 Ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής στην ανθρώπινη υγεία	32
1.3 Ασθένειες και θάνατοι σχετιζόμενοι με τη θερμοκρασία.....	33
1.4 Επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα.....	35
1.5 Επιπτώσεις από ακραία καιρικά φαινόμενα	36
2. Ασθένειες σχετιζόμενες με το νερό.....	38
2.1 Πηγές υδάτινης ρύπανσης	39
2.2 Σύνδεσμοι μεταξύ Κλιματικής αλλαγής, ποσότητας και ποιότητα νερού	41
2.3 Οδοί έκθεσης και κίνδυνοι για την υγεία.....	42
2.4 Παθογόνα και μολύνσεις από τοξίνες στα αποθέματα νερού	42
3. Ψυχική υγεία και ευεξία.....	44
4. Ευάλωτες ομάδες και συμπεριφορές κατά την κλιματική αλλαγή.....	44
5. Μολυσματικές Ασθένειες	46
5.1 Η μετανάστευση των ζώων και η συμβολή στην μετάδοση ασθενειών.....	49
5.1.2 Ιός του Δυτικού Νείλου (West Niles Virus – WNV).....	50
5.1.3 Ελονοσία	51
5.1.4 Δάγκειος Πυρετός.....	52
5.1.5 Λείσμανίαση	53
5.2 Νοσήματα που μεταδίδονται με κρότωνες	54
5.3 Η νόσος του Lyme	55
5.4 Εγκεφαλίτιδα από κρότωνες.....	55
6. Φαγητό	56

6.1 Κλιματική Κρίση και επισιτιστική κρίση	56
6.2 Το πλήγμα της Αφρικής	58
7. Η Διάβρωση του Ύπνου εξαιτίας της Κλιματικής Αλλαγής.....	59
Γ' ΜΕΡΟΣ.....	63
Ανάπτυξη Νοσοκομειακής Τεχνολογίας	63
1. Εισαγωγή: Σχέση Μεταξύ Κλιματικής Αλλαγής και Νοσοκομειακής Τεχνολογίας.....	63
2. Συμβολή του Τομέα Υγείας στο Ανθρακικό Αποτύπωμα.....	63
3. Υγειονομική περίθαλψη και τεχνολογία.....	65
3.1 Ακριβής υγειονομική περίθαλψη.....	68
3.2 Υγειονομική φροντίδα στο σπίτι.....	69
3.3 Τεχνολογικές βλέψεις σε βάθος 25ετίας.....	71
3.4 Βάσεις δεδομένων και ιατρική τεχνολογία.....	72
3.5 Διαφάνεια Δεδομένων και λειτουργικότητα.....	73
4. Τεχνητή Νοημοσύνη στη Νοσοκομειακή Τεχνολογία	74
4.1 Εισαγωγή.....	74
4.2 Τεχνητή Νοημοσύνη στη Νοσοκομειακή Περίθαλψη	75
4.2.1 Μηχανή Διανυσματικής Υποστήριξης (Support Vector Machine - SVM).....	78
4.2.2 Καρδιαγγειακά	82
4.3 Το Μέλλον της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Υγεία.	83
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	84

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γεγονός, στις μέρες μας όλο και περισσότερο ορατό, πως το κλίμα αποτελεί έναν βασικό παράγοντα που επηρεάζει την ανθρώπινη υγεία και μάλιστα σημαντικά. Οι ασθένειες δε, παρουσιάζουν μία ενδιαφέρουσα αλλά και πρωτόγνωρη ποικιλία. Η έκθεση της υγείας σε κινδύνους σχετικούς με την κλιματική αλλαγή ήδη επιδρά και δύναται να επηρεάσει ακόμα εμφανέστερα διαφορετικούς ανθρώπους, διαφορετικές κοινότητες και σε διαφορετικό βαθμό. Η έκθεση σε τέτοιους κινδύνους συνηθίζεται να αξιολογείται μεμονωμένα, ανά ασθένεια και ανά άτομο. Δεν συμβαίνει όμως ατομικά καθώς η κλίμακα των επιπτώσεων ήδη επηρεάζει ολόκληρες κοινότητες, άρα συμβαίνει ταυτόχρονα και μαζικά. Έτσι, οι κίνδυνοι ξεκινούν να κλιμακώνονται. Λαμβάνοντας υπόψιν την ταχύτητα και τους ρυθμούς που παρατηρείται η κλιμάκωση της κλιματικής αλλαγής, η συχνότητα, η σοβαρότητα, η διάρκεια αλλά και η θέση των κλιματικών φαινομένων αλλάζουν ενεργά. Αποτέλεσμα αυτού είναι να βλέπουμε πρωτοφανείς καταστάσεις σε μέρη που δεν είχαν έως τώρα έρθει αντιμέτωπα με αντίστοιχες καταστάσεις, βρίσκοντας τις κοινότητες και κατ' επέκταση τα συστήματα υγείας απροετοίμαστα. Συνέπεια των προαναφερθέντων είναι ότι οι περιοχές που ήδη έρχονται αντιμέτωπες με -απειλητικά για την υγεία- φαινόμενα, προβλέπεται να υποστούν επιδείνωση των επιπτώσεων με ακόμη πιο καταστροφικές συνέπειες. Η υγειονομική περίθαλψη παγκοσμίως, αντιμετωπίζει έναν άνευ προηγουμένου αριθμό προκλήσεων. Όπως πολλοί άλλοι τομείς όμως, η ίδια εισέρχεται σε μια περίοδο ραγδαίων αλλαγών. Η μακροζωία και η πρόοδος νέων τεχνολογιών και ανακαλύψεων, καθώς και έξυπνοι συνδυασμοί των υπάρχοντων πρακτικών, προωθούν την ενδυνάμωση των ασθενών, η οποία αλλάζει θεμελιωδώς τον τρόπο πρόληψης, διάγνωσης και θεραπείας ευρύτερα. Η είσοδος της τεχνητής νοημοσύνης στην νοσοκομειακή τεχνολογία, η φορητότητα, η τηλεϊατρική και η βαθιά εκμάθηση και ανάλυση ιατρικών δεδομένων, στηρίζουν την εξέλιξη και προωθούν την μοντέρνα ιατρική να ανταπεξέρχεται στα νέα προκλητικά δεδομένα. Οι κλινικές εφαρμογές θεμελιώνονται σταθερά και τα αποτελέσματά τους παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον.

ABSTRACT

It is a fact, nowadays even more visible, that the climate is a key factor that affects human health significantly. Diseases, on the other hand, are an interesting and unprecedented variety. Our health has been exposed to climate change-related risks already affects and may affect even more clearly different people, different communities and at different levels. Exposure to such risks is usually assessed on a disease-by-disease and person-by-person basis. But it does not happen individually as the scale of the effects already affects entire communities, so it happens simultaneously and massively. As a result, the risks start to escalate. Considering the speed and rates at which climate change is escalating, the frequency, severity, duration, and location of climate phenomena are actively changing. The result of this is that we see unprecedented situations in places that have not been faced with similar situations until now, finding the communities and by extension the health systems unprepared. A consequence of these factors is that the areas that are already faced with health-threatening phenomena are predicted to suffer aggravation of the effects with even more devastating consequences. Healthcare worldwide is facing an unprecedented number of challenges. Like many other sectors, however, it is entering a period of rapid change. Longevity and the advancement of new technologies and discoveries, as well as clever combinations of existing practices, are driving patient empowerment, which is fundamentally changing the way prevention, diagnosis and treatment are done more broadly. The debut of artificial intelligence into hospital technology, portability, telemedicine and deep learning and analysis of medical data, support the evolution and promote modern medicine to cope with the new challenging data. Clinical applications are firmly established, and their results are of great interest.

Α' ΜΕΡΟΣ

Η Κλιματική Αλλαγή και ο Αντίκτυπος στην Ανθρώπινη Ζωή

1. Κλιματική Αλλαγή.

Κύριος σκοπός μιας κοινωνίας είναι να διατηρεί τη βιωσιμότητά της με το πέρασμα του χρόνου. Σύμφωνα με τον ορισμό που εξέδωσε η Ευρωπαϊκή Ένωση το 1996, η βιώσιμη ανάπτυξη «παρέχει βασικές οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές υπηρεσίες στους αστικούς πληθυσμούς χωρίς να απειλεί την διατηρησιμότητα (viability) των φυσικών, δομημένων και κοινωνικών συστημάτων». Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι ο άνθρωπος πρέπει να προσέχει το περιβάλλον στο οποίο μεγαλώνει, τι προϊόντα καταναλώνει και να περιορίζει τις ενέργειες που επιφέρουν αρνητικές επιπτώσεις στο οικολογικό σύστημα.

Παρά να υπάρξει μια τέτοια προσπάθεια επανασύνδεσης φύσης-ανθρώπου, πλέον έχει φτιάξει έναν κόσμο τόσο τεχνητό, όπου η επιστροφή στη φύση αποτελεί μια κοστοβόρα διαδικασία. Τα εμπόδια φαίνεται να είναι κυρίως οικονομικά, ωστόσο, είναι μεγάλη ανάγκη να προωθηθεί η ενίσχυση της οικολογικής συνείδησης των πολιτών. Η υπόθεση αυτή ευσταθεί, καθώς όσο ο άνθρωπος προβαίνει σε ενέργειες, οι οποίες μολύνουν το περιβάλλον, αυτό ταυτόχρονα συνεπάγεται ότι δε λαμβάνει υπόψη τις συνέπειες που θα έχει η δράση του αυτή στο περιβάλλον όπου ζει. Στην ουσία, αυτό σημαίνει ότι θα αναγκαστεί να επωμιστεί κάποιο κόστος, ακόμα κι αν δεν είναι οικονομικά μετρήσιμο αυτό.

Στη λογική, λοιπόν, αυτή του κόστους-οφέλους, προκύπτει ένα κόστος ευκαιρίας, το οποίο, διαφέρει από άνθρωπο σε άνθρωπο και από επιχείρηση σε επιχείρηση. Τα οικονομικά του

περιβάλλοντος καταβάλλουν προσπάθεια ποσοτικοποίησης δεικτών που συμπεριλαμβάνουν ποιοτικά στοιχεία, ώστε να δίνεται η ευκαιρία στον τομέα έρευνας και ανάπτυξης να χρησιμοποιεί αξιόπιστα εργαλεία εκτίμησης αποτελεσμάτων, με σκοπό τα αναπτυξιακά προγράμματα που σχεδιάζονται να έχουν υψηλό ποσοστό αποτελεσματικότητας.

Μελέτες απέδειξαν ότι η κλιματική αλλαγή έρχεται με γρηγορότερο ρυθμό από ό,τι υπολογιζόταν. Ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας παίζει καθοριστικό ρόλο στο βαθμό ευχέρειας των οικοσυστημάτων να προσαρμόζονται στις μεταβολές της θερμοκρασίας. Επομένως, καθίσταται προφανής ο προβληματισμός σχετικά με τις συνέπειες που θα επιφέρει η απότομη κλιματική αλλαγή που έχει αρχίσει να στιγματίζει τον πλανήτη. Πιο συγκεκριμένα, στην παγωμένη τούντρα υπάρχουν παγιδευμένες τεράστιες ποσότητες μεθανίου, με αποτέλεσμα, όσο η θερμοκρασία αυξάνεται, τόσο αυξάνονται και οι πιθανότητες η τούντρα να λιώσει και να απελευθερωθεί το παγιδευμένο μεθάνιο. Η εν λόγω περίπτωση έχει, επίσης, την ιδιαιτερότητα ότι το μεθάνιο είναι ένα πολύ δραστικό αέριο του θερμοκηπίου, αυτή η αποδέσμευσή του θα μπορούσε να επιταχύνει το ρυθμό αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη. «Η θερμοχαλίνια κυκλοφορία, που είναι γνωστή στο ευρύτερο κοινό ως ωκεάνια μεταφορική ταινία, αφορά τις κυκλοφορίες θερμών υδάτων κοντά στην επιφάνεια από το νότιο ημισφαίριο προς τη θάλασσα της Νορβηγίας και επιστρεφόμενες ροές κρύων υδάτων από μεγάλα βάθη.» Η διαδικασία αυτή έχει να κάνει με την περιεκτικότητα άλατος κατά τόπους. Η κλιματική αλλαγή με τις επιδράσεις που έχει στην τήξη των πάγων και των κορυφών των παγόβουνων, θα επιφέρει αυξημένα επίπεδα γλυκού νερού στους ωκεανούς. Σύμφωνα με τους επιστήμονες, αυτό ενέχει τον κίνδυνο μεταβολής της περιεκτικότητας αλατιού σε τέτοιο βαθμό, ώστε να παύσει η λειτουργία του συστήματος της θερμοχαλίνιας κυκλοφορίας. Το χειρότερο σημείο στη συγκεκριμένη περίπτωση, ωστόσο, είναι ότι η παύση αυτή της εν λόγω λειτουργίας ενδέχεται να οδηγήσει σε παρατεταμένη περίοδο έντονου ψύχους στη βόρεια Ευρώπη. Τα αέρια του θερμοκηπίου απορροφούν την υπέρυθη ακτινοβολία από την επιφάνεια της Γης και την ατμόσφαιρα παγιδεύοντας θερμότητα η οποία διαφορετικά θα ακτινοβολούνταν στο διάστημα. Επομένως, διαφαίνεται μια σχέση μεταξύ αυτών των αερίων και το κλίμα. Τόσο το μίγμα, όσο και η διανομή των αερίων αυτών μέσα στην ατμόσφαιρα ευθύνονται σε σημαντικό βαθμό για το ευνοϊκό κλίμα σε άλλους πλανήτες. Συνεπώς, μια τροποποίηση στο μείγμα, μπορεί να προκαλέσει και κλιματική αλλαγή. Παρόλο που το διοξείδιο του άνθρακα είναι το πιο άφθονο και το πιο πολύ μελετημένο από αυτά τα αέρια του θερμοκηπίου, πολλά άλλα έχουν παρόμοιες ιδιότητες θερμικής ακτινοβολίας, όπως είναι μεταξύ

άλλων οι χλωροφθοράνθρακες, τα οξείδια του αζώτου, το μεθάνιο και το όζον της τροπόσφαιρας. Ο συγκεκριμένος προβληματισμός εξακολουθεί να υπάρχει, ιδίως αν ληφθεί υπόψη ότι τα αέρια αυτά εκλύονται σε όλο και μεγαλύτερες ποσότητες με αποτέλεσμα τη συνεχή μεταβολή του μίγματός τους στην ατμόσφαιρα. Έτσι, συσσωρεύονται συνεχώς στοιχεία που δείχνουν ότι με την καύση ορυκτών καυσίμων, την αποξήλωση τροπικών δασών και την απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα μεγαλύτερων ποσοτήτων από άλλα αέρια του θερμοκηπίου, η οικονομική δραστηριότητα δημιουργεί μια θερμική μάζα, η οποία είναι ικανή να παγιδεύει αρκετή θερμότητα, προκαλώντας περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της Γης.

Προκειμένου να αξιολογούνται οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου και να ελέγχεται η επικινδυνότητά τους, δημιουργήθηκε η Διακυβερνητική Ομάδα Συνομιλητών για την Κλιματική Αλλαγή (International Panel on Climate Change IPCC). Ο φορέας IPCC το 2007 εξέδωσε τις εξής διαπιστώσεις : «το μεγαλύτερο ποσοστό της παρατηρηθείσας αύξησης των παγκόσμιων μέσων θερμοκρασιών συγκριτικά με τα μέσα του 20ου αιώνα είναι πολύ πιθανό να οφείλεται στην παρατηρηθείσα αύξηση των ανθρωπογενών συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου.». Γενικότερα, η τάση του ανθρώπου να αποβλέπει το κέρδος μέσα από την οικονομική δραστηριότητα, η οποία προκύπτει από παραγωγική διαδικασία τον έχει κάνει να μην εστιάζει στις αρνητικές επιπτώσεις της δράσης του. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία αρνητικών εξωτερικοτήτων, όπως τα υπό συζήτηση περιβαλλοντικά προβλήματα. Έτσι, έχει γίνει έντονο το «φαινόμενο του δωρεάν επιβάτη». Το φαινόμενο του δωρεάν επιβάτη έχει μεταφορική σημασία, καθώς θεωρείται ότι ένας ιδιώτης διανύει μια καθημερινότητα, κατά την οποία αποκομίζει όφελος από την οικονομική δραστηριότητα και την παραγωγική διαδικασία, χωρίς όμως να επιβαρύνεται με το ανάλογο κόστος, για την περιβαλλοντική ρύπανση που απορρέει από αυτή. Έτσι, ενισχύει τη χρησιμότητά του σχεδόν δωρεάν. (Penney 2021) (University of California Berkley 2022) (Fountain 2023)

Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα πρεσβεύει ότι μέσα από τις περιβαλλοντικές ανησυχίες και την έλλειψη πόρων που όλοι αντιλαμβάνονται θα έρθει οικοδόμηση εμπιστοσύνης με ώθηση για περισσότερη συνεργασία σε βάθος χρόνου. Αυτό, σύμφωνα με τη Samba Samba Dia, η οποία εκπροσωπεί την κοινότητα AVSF, υποστηρίζει ότι όσο οι δουλειές των ανθρώπων εξαρτώνται από την καλή υγεία του περιβάλλοντος, τότε η εύρεση ενός κοινού τρόπου εργασίας προς όφελος όλων είναι η πιο συμφέρουσα ενέργεια. Η κεντρική ιδέα αυτού είχε δοκιμαστεί ξανά στο αποκορύφωμα του Ψυχρού Πολέμου, όταν οι αξιωματούχοι αντιλήφθηκαν ότι το μόνο ζήτημα συνεργασίας με

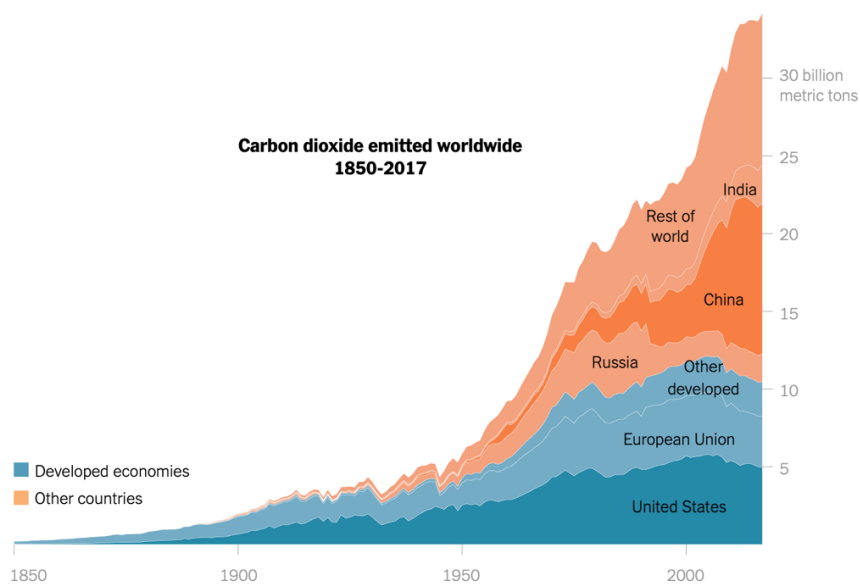
εχθρικές δυνάμεις ήταν αυτό του περιβάλλοντος. Σε μεταγενέστερο πλάνο, από τα τέλη της δεκαετίας του '90, οι οικολόγοι στη Νότια Αφρική και τη Νότια Αμερική δημιούργησαν δώδεκα διασυνοριακά "πάρκα ειρήνης", τα οποία μετέτρεψαν τις άλλοτε εμποτισμένες με πόλεμο περιοχές σε καταφύγια.

Καίρια ερωτήματα είναι πώς θα ήταν μια οικονομία ουδέτερη από άνθρακα, κι αν αυτό θα προκαλούσε σύγκρουση, όπως, επίσης, και για το τι γίνεται με τη διακοπή των ταμειακών ροών των πετρελαιοπαραγωγών και άλλα. (Tietenberg & Lewis, 2010).

2. Ανθρώπινη Συνεισφορά στη Κλιματική Αλλαγή.

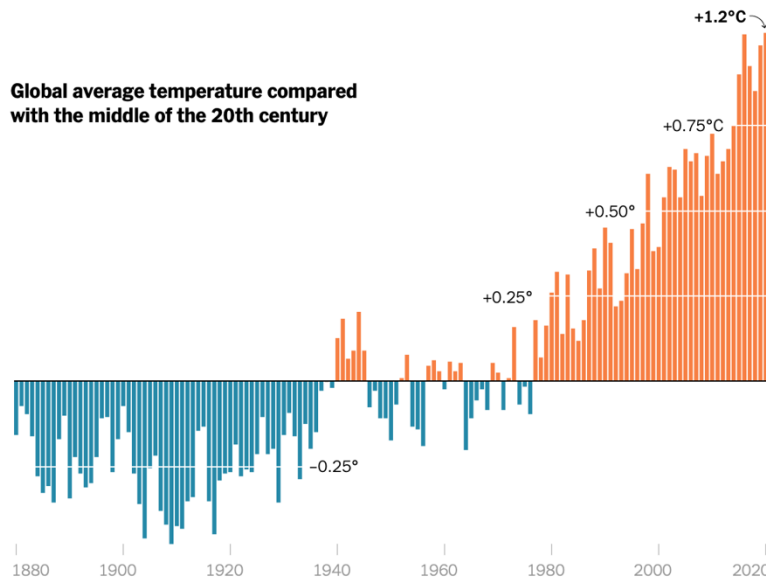
Πολλοί επιστήμονες έχουν μελετήσει τις παλαιότερες κλιματικές αλλαγές για να κατανοήσουν τους παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Οι αλλαγές αυτές είχαν προκληθεί από την ηλιακή ενέργεια, την κυκλοφορία των ωκεανών, την ηφαιστειακή δραστηριότητα και την ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Όλοι αυτοί οι παράγοντες έπαιξαν σημαντικό ρόλο στις κλιματικές αλλαγές της Γης. Για παράδειγμα πριν από 300 χρόνια, ένας συνδυασμός μειωμένης ηλιακής απόδοσης και αυξημένης ηφαιστειακής δραστηριότητας έριξε την θερμοκρασία σε αρκετά μέρη του πλανήτη, με αποτέλεσμα οι κάτοικοι του Λονδίνου να μπορούν να κάνουν πατινάζ στον Τάμεση. Πριν από περίπου 12.000 χρόνια, σημαντικές αλλαγές στην κυκλοφορία του Ατλαντικού ωκεανού βύθισαν το βόρειο ημισφαίριο δημιουργώντας μια παγωμένη κατάσταση στις θάλασσες. Επίσης, πριν από 56 εκατομμύρια χρόνια, μια γιγάντια έκρηξη αερίων του θερμοκηπίου, από ηφαιστειακή δραστηριότητα ή τεράστιες αποθέσεις μεθανίου (ή και τα δύο), ζέστανε απότομα τον πλανήτη κατά τουλάχιστον 5 βαθμούς Κελσίου, αναταράσσοντας το κλίμα, αδειάζοντας τους ωκεανούς και πυροδοτώντας μαζικές εξαφανίσεις της πανίδας. Στην προσπάθειά τους να προσδιορίσουν την αιτία των σημερινών κλιματικών αλλαγών, οι επιστήμονες εξέτασαν όλους αυτούς τους παράγοντες. Η αυξανόμενη θέρμανση του πλανήτη οφείλεται κυρίως στις αυξημένες συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου. Έπειτα από τη βιομηχανική επανάσταση, οι άνθρωποι προσθέτουν περισσότερα από αυτά στην ατμόσφαιρα, κυρίως με την εξόρυξη και την καύση ορυκτών καυσίμων όπως ο άνθρακας και το πετρέλαιο, τα οποία απελευθερώνουν διοξείδιο του

άνθρακα. Επιστημονικές μελέτες από φυσαλίδες αρχαίου αέρα παγιδευμένες στον πάγο έδειξαν ότι, πριν από το 1750 περίπου, η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα ήταν περίπου 280 parts per million (ppm). Τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα στη συνέχεια αυξήθηκαν απότομα καθώς τα αυτοκίνητα και ο ηλεκτρισμός έγιναν μεγάλα κομμάτια της σύγχρονης ζωής, ξεπερνώντας πρόσφατα τα 420 p.p.m. Η συγκέντρωση του μεθανίου, του δεύτερου σημαντικότερου αερίου του θερμοκηπίου, έχει υπερδιπλασιαστεί. Πλέον εκπέμπεται άνθρακας στην ατμόσφαιρα πολύ πιο γρήγορα από ό,τι πριν από 56 εκατομμύρια χρόνια. Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την κλιματική αλλαγή, οι φυσικοί παράγοντες και η εσωτερική μεταβλητότητα του κλίματος μπορούν μόνο να εξηγήσουν ένα μικρό μέρος της θέρμανσης στα τέλη του 20ού αιώνα. Αλλά τα αέρια του θερμοκηπίου δεν είναι οι μόνες ενώσεις που αλλάζουν το κλίμα, η καύση ορυκτών καυσίμων παράγει επίσης σωματιδιακή ρύπανση που αντανακλά το ηλιακό φως και θερμαίνει τον πλανήτη. (Penney 2021)



Εικόνα 1 : Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα παγκόσμια, 1850-2017. (New York Times 2018)

Σημείωση : Οι συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα προέρχονται από ορυκτά καύσιμα και παραγωγή τσιμέντου και δεν περιλαμβάνουν τη χρήση γης και τις εκπομπές που σχετίζονται με τη δασοκομία. Τα στοιχεία της Ρωσίας περιλαμβάνουν τη Σοβιετική Ένωση έως το 1991, αλλά μόνο τη Ρωσική Ομοσπονδία στην Εικόνα 1 συνέχεια.



Εικόνα 2 : Μέσος όρος παγκόσμιας θερμοκρασίας από το 1880-2020. (New York Times 2018)

3. Ιστορική αναδρομή και πορεία Κλιματικής Αλλαγής μέχρι Σήμερα.

Οι πόλεις χαρακτηρίζονται από μεγάλη πληθυσμιακή συγκέντρωση και επομένως έχουν και μεγάλη συγκέντρωση οικονομικών δραστηριοτήτων. Συνεπώς, οι πόλεις προσφέρουν υψηλό επίπεδο προστιθέμενης αξίας, καθώς, επίσης, και υψηλά επίπεδα δημιουργικότητας και καινοτομίας. Ένα άλλο βασικό χαρακτηριστικό και συνάμα μειονέκτημα κάθε πόλης είναι ότι συμβάλλει στην περιθωριοποίηση του Φυσικού Περιβάλλοντος. Η Κλιματική Αλλαγή είναι ένα φαινόμενο που προβληματίσε κάποια χρόνια πριν την επιστημονική κοινότητα. Έκτοτε το ενδιαφέρον επικεντρώθηκε σε αυτό και οι μελέτες πλήθηναν. Ο ερχομός της βιομηχανίας κατά τις αρχές του 18ου αιώνα, φαίνεται να επέφερε στην ατμόσφαιρα 280 ppm, ενώ σήμερα η ποσότητα αυτή έχει φθάσει τα 407 ppm διοξειδίου του άνθρακα. Όπως καθίσταται προφανές, προτού προβεί η Ελλάδα σε εφαρμογή πολιτικών βελτιστοποίησης των οικονομικών της δραστηριοτήτων αναφορικά με τις οικολογικές επιπτώσεις, πρέπει να επιτύχει την επιστροφή των ποσοτήτων ρύπανσής της στα προβιομηχανικά επίπεδα. Αυτό, μάλιστα, αποτελεί Ευρωπαϊκό στόχο. Πολλά

είναι τα σενάρια που εκτιμώνται. Τα επικρατέστερα παραθέτονται σε επόμενη ενότητα, προκειμένου να παρουσιασθεί μια περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης στο πλαίσιο επισκόπησης ερευνών. Συνοπτικά, σύμφωνα με τα συμπεράσματα επιστημονικής έρευνας του βρετανικού Πανεπιστημίου του Έξετερ, πιθανολογείται με μόλις 1% η αύξηση της θερμοκρασίας να έχει μέγεθος πάνω από 4,5 βαθμούς Κελσίου, ενώ 3% είναι η αντίστοιχη πιθανότητα για αύξηση μικρότερης του 1,5 βαθμού Κελσίου. Σύμφωνα με τη δημοσίευση στο περιοδικό Nature, ο επικεφαλής της ερευνητικής ομάδας καθηγητής Πίτερ Κοξ τόνισε ότι η συγκεκριμένη μελέτη φαίνεται να καταρρίπτει κάθε ακραίο σενάριο για μεγάλους εύρους αποκλίσεις του μέσου όρου της θερμοκρασίας του πλανήτη. Σύμφωνα με μελέτη την Επιτροπής για την Επιστήμη της Κλιματικής Αλλαγής, το 2001, η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης αυξήθηκε κατά 0.2 Κελσίου μέσα στον προηγούμενο αιώνα, ενώ ο ρυθμός αύξησης αποδείχθηκε να είναι μεγαλύτερος κατά τις δυο τελευταίες δεκαετίες. Το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης της θερμοκρασίας κατά τα τελευταία 50 χρόνια οφείλεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες, ήταν το συμπέρασμα της ίδιας μελέτης. Ωστόσο, αμφιλεγόμενη είναι η απάντηση στο ποιος είναι ο βαθμός αύξησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας του πλανήτη σε περίπτωση διπλασιασμού της ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Το να είναι οι πόλεις, όπου ζούμε βιώσιμες είναι απαραίτητο για το μέλλον της ανθρωπότητας και για τη διατήρηση της χλωρίδας και της πανίδας στα φυσιολογικά επίπεδα. Ζητήματα που αφορούν το θαλάσσιο περιβάλλον θέτονται καθημερινά στα μεγάλα τραπέζια των συσκέψεων. Υπάρχουν πολλά έργα και προγράμματα για την προστασία του περιβάλλοντος, την υποστήριξη της διατήρησης της βιωσιμότητας και για τη γαλάζια ανάπτυξη. Αποτελεί χρέος κάθε αστικής περιφέρειας να αναλαμβάνει δράση αποφεύγοντας την παθητικότητα στη θέα των εξελίξεων. Η τεχνολογία κατά την έξαρσή της ενέτεινε την οικολογική απειλή, ωστόσο οι νέες εξελίξεις στον τομέα καινοτομούν φέροντας στο προσκήνιο επαναστατικές μεθόδους περιβαλλοντικής πολιτικής. (Tietenberg & Lewis, 2010)

4. Βιωσιμότητα και Κλιματική Αλλαγή Υπό το Πρίσμα της Ευρωπαϊκής Ολοκλήρωσης.

Ο πλανήτης ήδη πλήττεται τα τελευταία χρόνια από περιβαλλοντική παρακμή. Δεν μπορεί η Ευρωπαϊκή Ένωση να μείνει αμέτοχη στο σκηνικό αυτό. Η Ευρώπη στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Πολιτικής Συνοχής έχει λάβει υπόψη και προβλέπει τη διαχείριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων εμπεριέχοντάς τες στον περιφερειακό προγραμματισμό της. Η πέμπτη, κατά σειρά, προγραμματική περίοδος αφορά την εκπλήρωση της στρατηγικής «Ευρώπη 2020» για την έξυπνη, χωρίς αποκλεισμούς, βιώσιμη ανάπτυξη. Ο τρίτος άξονας του ευρωπαϊκού περιφερειακού προγραμματισμού χρήζει περεταίρω ανάλυσης, δεδομένης της αυξημένης σημαντικότητας που τον χαρακτηρίζει λόγω των επικρατών συνθηκών. Πρέπει, λοιπόν, να καταστεί σαφές ότι με την έννοια «προστασία του περιβάλλοντος» νοείται η διαφύλαξη των φυσικών πόρων για τις μελλοντικές γενεές. Η λογική αυτή περιγράφει σαφώς την έννοια της βιωσιμότητας, αφού στόχος κάθε οικονομίας είναι η ανάπτυξή της, και συγκεκριμένα η βιώσιμη ανάπτυξη. Με τον όρο βιωσιμότητα νοείται μια διαδικασία διαρκείας. Στην προκειμένη περίπτωση η διαδικασία αυτή αφορά τη διατήρηση της ανάπτυξης. Για να έρθει μια οικονομία στο στάδιο της ανάπτυξης πρώτα πρέπει να πληροί ορισμένες προϋποθέσεις, οι οποίες αρχίζουν να αλλάζουν και να συμπεριλαμβάνουν περιβαλλοντικά και οικολογικά κριτήρια. Το ερώτημα είναι ποια τα κριτήρια που πρέπει να τεθούν, ώστε αυτά να σέβονται ταυτόχρονα όλα τα οικονομικο- κοινωνικά και οικολογικά υποκείμενα, δηλαδή τους ανθρώπους και τη φύση. Στόχος είναι οι αποφάσεις των οικονομικώς δρώντων να είναι ορθολογικές και να λαμβάνουν υπόψη τις οικολογικές προϋποθέσεις. Η αρχική λογική συμπεριφορά ήταν η υποκατάσταση ορισμένων πρώτων υλών με άλλες, όπως η αντικατάσταση του ξύλου από το κάρβουνο, έπειτα ήρθε στο προσκήνιο το πετρέλαιο και αργότερα η βενζίνη, ενώ ερχόμαστε στο σήμερα με πιο σύγχρονη καύσιμη ύλη, όπως το φυσικό αέριο. Σχετικά με το ζήτημα της υποκατάστασης και της συμπληρωματικότητας, οι απόψεις δίστανται στις δυο βασικές σχολές της βιώσιμης ανάπτυξης, την ισχυρή και την αδύναμη. Η αδύναμη μελετά την κατά κεφαλή ευημερία και θεωρεί ότι δε φθίνει στο χρόνο. Πιο αναλυτικά, θεωρείται ότι τα άτομα που δρουν στο παρόν στοχεύουν στην επίτευξη της ευημερίας τους, φιλοδοξώντας για τις μελλοντικές γενεές. Αντίθετα, η ισχυρή σχολή υποστηρίζει ότι η παραγωγή προϊόντων με την περιβαλλοντική ευημερία συσχετίζονται, αλλά όχι πάντα θετικά. Μπορεί να υπάρξει συμπληρωματικότητα, αλλά η δυνατότητα υποκατάστασης είναι περιορισμένη, αφού οι ευκαιρίες υποκατάστασης είναι πιο περιορισμένες απ' ό,τι πολύς κόσμος πιστεύει. Πρωταρχικός σκοπός των υποστηρικτών της δεύτερης σχολής είναι η διαφύλαξη όλου του υπάρχοντος φυσικού κεφαλαίου, με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος. Έτσι, όντας

πάντοτε στο προσκήνιο, η Ευρωπαϊκή Ένωση προνοεί, θέτοντας ως μία από τις αναπτυξιακές προτεραιότητες του προγράμματος «Ευρώπη 2020» τη μειωμένη χρήση άνθρακα σε όλους τους τομείς της παραγωγικής διαδικασίας. Πιο συγκεκριμένα, κύριοι άξονες της εν λόγω στρατηγικής είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σύγκριση με τα επίπεδα της δεκαετίας του 1990, η αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών στην τελική κατανάλωση ενέργειας στο 20% και η πορεία προς μια αύξηση 20% της ενεργειακής απόδοσης. Επομένως, η χρηματοδότηση του Ευρωπαϊκού Ταμείου Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) συμβάλλει στην προώθηση μεγαλύτερης ενεργειακής απόδοσης και στην υποστήριξη της στροφής προς πηγές ενέργειας μειωμένης χρήσης άνθρακα. Τα σχετικά μέτρα που λαμβάνονται βάσει του στρατηγικού αυτού σχεδιασμού είναι τα ακόλουθα : – «Επένδυση στην παραγωγή και διανομή ενέργειας προερχόμενης από ανανεώσιμες πηγές- συμπεριλαμβανομένων βιοκαυσίμων και παραγωγής ανανεώσιμων πηγών από τη θάλασσα. – Ενίσχυση της ευαισθητοποίησης και αύξηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας τόσο στο δημόσιο, όσο και στον ιδιωτικό τομέα. – Ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης, έξυπνη διαχείριση ενέργειας και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε δημόσιες υποδομές, συμπεριλαμβανομένων δημόσιων κτιρίων, στον τομέα της στέγασης και στο πλαίσιο της βιομηχανικής παραγωγής. – Μείωση των εκπομπών στον τομέα των μεταφορών μέσω της στήριξης στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, και προώθηση δημόσιων μεταφορών, ποδηλασίας και περπατήματος. – Ανάπτυξη ολοκληρωμένων στρατηγικών μειωμένης χρήση άνθρακα ειδικότερα για τις αστικές περιοχές, συμπεριλαμβανομένων συστημάτων δημοσίου φωτισμού και έξυπνων δικτύων, καθώς και σχεδίων για βιώσιμες αστικές μεταφορές.» Στο πλαίσιο προώθησης της έρευνας και της καινοτομίας σε τεχνολογίες χρήσης μειωμένου άνθρακα, υπάρχει μια επιμέρους απαίτηση για επενδύσεις, η οποία είναι ότι οι περιφέρειες, ανάλογα με το επίπεδο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκονται κατά την περίοδο του προγραμματικού σχεδιασμού, οφείλουν να είναι συνεπείς με την αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων ανά θεματικό τομέα. Αναλυτικότερα, οι πιο ανεπτυγμένες περιφέρειες πρέπει τουλάχιστον το 80% των πόρων του ΕΤΠΑ να εστιάζεται σε δυο , το λιγότερο, από αυτές τις προτεραιότητες. Για τις περιφέρειες μετάβασης το 60% του ΕΤΠΑ πρέπει να κατευθύνεται σε δυο, το λιγότερο, από αυτές τις προτεραιότητες. Τέλος, οι λιγότερο ανεπτυγμένες περιφέρειες πρέπει να διαθέτουν το 50% του ΕΤΠΑ σε δυο, το λιγότερο, από αυτές τις προτεραιότητες. Αναφορικά με τους πόρους που αφορούν τη μειωμένη χρήση άνθρακα, τα ποσοστά αναδιαμορφώνονται σε 12%, 15% και 20%, αντιστοίχως, στις ανεπτυγμένες περιφέρειες, στις περιφέρειες μετάβασης και στις λιγότερο

ανεπτυγμένες. Σε βάθος χρόνου, λοιπόν, προβλέπεται η καταστροφή της ανθρωπότητας, δεδομένου ότι οι απειλές προς τη βιολογία δεσπόζουν. Αμεσες και βαριές φαίνεται να είναι οι οικολογικές επιπτώσεις στα βιολογικά χαρακτηριστικά του ανθρώπου και της φύσης γενικότερα. Επομένως, ο πρωταρχικός στόχος των ανθρώπων, τόσο σε επιστημονικό, όσο και σε καθημερινό επίπεδο θα πρέπει να είναι η διασφάλιση της μελλοντικής ύπαρξης του ανθρώπινου οργανισμού. Υψίστης σημασίας είναι η διατήρηση του γεννητικού υλικού ακέραιο στην πάροδο του χρόνου με απώτερο σκοπό την επιβίωση του ανθρώπινου είδους επάνω στον πλανήτη Γη. Η ουσία έγκειται στο να εισέρχονται τα περιβαλλοντικά ζητήματα και οι ανησυχίες στην οικονομική σκέψη. Η οικονομική επιστήμη έχει πλέον επηρεαστεί από την περιβαλλοντική σημαντικότητα, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιεί πολιτικές τέτοιες, οι οποίες θεωρούν το ρόλο των φυσικών πόρων θεμελιώδη, αφού τα οικολογικά βιώσιμα συστήματα είναι μέρος της κοινωνικής εξέλιξης του ανθρώπου και την εξέλιξη της φύσης υπό τον περιορισμό της βιόσφαιρας. Συνοψίζοντας, «τα κράτη-μέλη πρέπει επίσης να επικεντρώσουν τη στήριξη από το ΕΤΠΑ με τρόπο που να λαμβάνονται υπόψη οι προκλήσεις που εντοπίστηκαν στα Εθνικά Προγράμματα Μεταρρυθμίσεων και σε κάθε σχετική και ειδική ανά χώρα σύσταση.» Η Ευρωπαϊκή Πολιτική Συνοχής αποβλέπει σε μια ολοκληρωμένη Ευρώπη χωρίς ανισότητες. Σκοπός είναι κάθε περιφερειακή ενότητα να εφαρμόζει πρακτικές που συμβάλλουν στη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος, της κοινωνίας, αλλά και της οικονομίας. Περιφέρειες που ευημερούν, επιφέρουν καθολική ευημερία υπό την έννοια της ποικιλομορφίας των επικείμενων κλάδων, αλλά και υπό την έννοια της ολότητας υπό το πρίσμα μιας βιώσιμης Ευρώπης. Σχετικά, ο πρόεδρος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, Jose Manuel Barroso δήλωσε ότι : «η πολιτική συνοχή είναι σαφώς μια πολιτική για την οποία μπορούμε να είμαστε περήφανοι τώρα και στο μέλλον. Χρειάζεται να είμαστε ισχυροί και ξεκάθαροι στην προώθηση αυτή της θέσης.». 1.2. Θεσμικό Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή Στα εγχώρια περιβαλλοντικά δεδομένα έρχεται το 2014 να προστεθεί το μνημόνιο συνεργασίας του Υ.Π.Ε.Κ.Α., του Ιδρύματος Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών και της Τράπεζας της Ελλάδος. Η πράξη αυτή σφράγισε την Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ). Σύμφωνα με δημοσίευμα της Τράπεζας της Ελλάδος, «Ο πρωταρχικός σκοπός της ΕΣΠΚΑ είναι να συμβάλει στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας της χώρας όσον αφορά τις επιπτώσεις από την κλιματική αλλαγή και στη δημιουργία των προϋποθέσεων ώστε οι αποφάσεις να λαμβάνονται με βάση τη σωστή πληροφόρηση και με μακροπρόθεσμη στόχευση, αντιμετωπίζοντας τους κινδύνους και

αξιοποιώντας τις ευκαιρίες που πηγάζουν από την κλιματική αλλαγή.» Η Ευρωπαϊκή Ένωση σκοπεύει στην προώθηση μιας ανταγωνιστικής, ενοποιημένης και με υψηλή ρευστότητα αγοράς ενέργειας. Βάσει του άρθρου 194 της Συνθήκης για τη Λειτουργία της ΕΕ (ΣΛΕΕ) θεμελιώνονται πολιτικές για την ολοκλήρωση της εσωτερικής αγοράς ενέργειας, τη διασφάλιση της ασφάλειας εφοδιασμού, τη διασύνδεση ενεργειακών δικτύων, την αειφορία και την ανταγωνιστικότητα στον τομέα της ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, αναφορικά με την κλιματική αλλαγή κύριο μέλημα είναι η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας και εξοικονόμησης ενέργειας μέσω ανάπτυξης νέων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, χρήση εναλλακτικών καυσίμων και ανάπτυξης του συστήματος εμπορίας ρύπων. (<https://www.depa.gr/enropaiko-rythmistiko-plesio/>) Σύμφωνα με σχετικό άρθρο του υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας για το Ευρωπαϊκό Ρυθμιστικό Πλαίσιο, ανάλογες οδηγίες δίνονται για την προώθηση παραγωγής ηλεκτρισμού από ΑΠΕ, βάσει της Οδηγίας (ΕΕ) 2018/2001, για τη χρήση βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις μεταφορές, βάσει της Οδηγίας 2003/30/ΕΚ, για την ανάπτυξη του διευρωπαϊκού δικτύου μεταφορών και υποδομών εναλλακτικών καυσίμων, βάσει των οδηγιών : Κανονισμός 1315/2013 και Οδηγία 2014/94/ΕΕ αντίστοιχα, για τη γεωλογική αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα, βάσει της Οδηγίας 2009/31/ΕΚ, για το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου, βάσει της Οδηγίας 2003/87/ΕΚ-ETS, για την ενεργειακή απόδοση, βάσει της Οδηγίας 2018/2002/ΕΕ και, τέλος, για τη διακυβέρνηση της Ενεργειακής Ένωσης και Δράσης για το Κλίμα, βάσει του Ευρωπαϊκού Κανονισμού 2018/1999. Στο ίδιο πλαίσιο θεμελιώνονται οδηγίες προώθησης της βέλτιστης διασύνδεσης των ενεργειακών δικτύων και τη διασφάλιση της λειτουργίας και ολοκλήρωσης της εσωτερικής αγοράς ενέργειας.

5. Εμπόριο και Κλιματική Αλλαγή

Οι προσπάθειες για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής ωθούν τις χώρες σε όλο τον κόσμο να υιοθετήσουν τελείως διαφορετικές πολιτικές έναντι της βιομηχανίας και του εμπορίου, φέρνοντας τις κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο σε σύγκρουση. Οι συγκρούσεις αυτές που αφορούν κλιματικές πολιτικές πιέζουν τις διεθνείς συμμαχίες και το παγκόσμιο εμπορικό σύστημα, προβάλλοντας ένα μέλλον στο οποίο οι πολιτικές που στοχεύουν στην αποτροπή της περιβαλλοντικής καταστροφής

θα μπορούσαν επίσης να οδηγήσουν σε συχνότερους διασυννοριακούς εμπορικούς πολέμους. Τους τελευταίους μήνες, οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Ευρώπη έχουν προτείνει επιδοτήσεις, δασμούς και άλλες πολιτικές με στόχο την επιτάχυνση της μετάβασης στην πράσινη ενέργεια. Οι υποστηρικτές των μέτρων υποστηρίζουν ότι οι κυβερνήσεις πρέπει να κινηθούν επιθετικά για να επεκτείνουν τις πηγές καθαρότερης ενέργειας και να καταπολεμήσουν τους μεγαλύτερους εκπομπούς αερίων που θερμαίνουν τον πλανήτη, εάν ελπίζουν να αποτρέψουν μια παγκόσμια κλιματική καταστροφή. Ωστόσο, οι επικριτές ισχυρίζονται ότι αυτές οι πολιτικές συχνά θέτουν ξένες χώρες και εταιρείες σε μειονεκτική θέση, καθώς οι κυβερνήσεις επιδοτούν τις δικές τους βιομηχανίες ή επιβάλλουν νέους δασμούς σε ξένα προϊόντα. Οι πολιτικές αυτές ξεφεύγουν από ένα επί δεκαετίες status quo στο εμπόριο, στο οποίο οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Ευρώπη συχνά ένωναν τις δυνάμεις τους μέσω του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου για να προσπαθήσουν να καταρρίψουν τα εμπορικά εμπόδια και να ενθαρρύνουν τις χώρες να μεταχειρίζονται τα προϊόντα τους πιο ισότιμα για να τονώσουν το παγκόσμιο εμπόριο. Πλέον, οι νέες πολιτικές αντιμετώπισης φέρνουν στενούς συμμάχους μεταξύ τους και διευρύνουν τα ρήγματα σε ένα ήδη εύθραυστο σύστημα διακυβέρνησης του παγκόσμιου εμπορίου, καθώς οι χώρες προσπαθούν να αντιμετωπίσουν την πρόκληση της κλιματικής αλλαγής. Η κυβέρνηση Μπάιντεν εφαρμόζει επιδοτήσεις για να βοηθήσει την παραγωγή τεχνολογίας καθαρής ενέργειας στις Ηνωμένες Πολιτείες, όπως εκπτώσεις φόρου για καταναλωτές που αγοράζουν καθαρά αυτοκίνητα αμερικανικής κατασκευής και εταιρείες που κατασκευάζουν νέες εγκαταστάσεις για εξοπλισμό ηλιακής και αιολικής ενέργειας. Τόσο οι Ηνωμένες Πολιτείες όσο και η Ευρώπη εισάγουν φόρους και δασμούς με στόχο την ενθάρρυνση λιγότερο επιβλαβών για το περιβάλλον τρόπων παραγωγής αγαθών. Η κυβέρνηση απήφησε δημόσια αρκετές αποφάσεις των επιτροπών του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου που αποφάνθηκαν κατά των Ηνωμένων Πολιτειών σε εμπορικές διαφορές που αφορούσαν ζητήματα εθνικής ασφάλειας. Σε δύο ξεχωριστές ανακοινώσεις τον Δεκέμβριο του 2022, το γραφείο του Εμπορικού Αντιπροσώπου των Ηνωμένων Πολιτειών δήλωσε ότι δεν θα αλλάξει τις πολιτικές του για να συμμορφωθεί με τις αποφάσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου. Η κυβέρνηση Μπάιντεν αποσκοπεί επίσης να δημιουργήσει μια διεθνή ομάδα που θα επιβάλλει δασμούς στον χάλυβα και το αλουμίνιο από χώρες με χαλαρότερες περιβαλλοντικές πολιτικές. Μια τέτοια ρύθμιση όμως απέχει ακόμα από το να πραγματοποιηθεί. Οι υποστηρικτές των νέων εμπορικών μέτρων με επίκεντρο την κλιματική αλλαγή υποστηρίζουν ότι οι διακρίσεις σε βάρος ξένων προϊόντων και αγαθών που παράγονται με μεγαλύτερες εκπομπές άνθρακα είναι

αυτό που χρειάζονται οι κυβερνήσεις για να δημιουργήσουν βιομηχανίες καθαρής ενέργειας και να αντιμετωπίσουν το παγκόσμιο αυτό φαινόμενο. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η υποστήριξη της ιδέας αυτής φαίνεται να αυξάνεται τόσο μεταξύ των Ρεπουμπλικάνων όσο και των Δημοκρατικών για πιο εθνικιστικές πολιτικές που θα ενθάρρυναν την εγχώρια παραγωγή και θα αποθάρρυναν τις εισαγωγές πιο «βρώμικων αγαθών», ωστόσο μια τέτοια απόφαση πιθανότατα να παραβίαζε τους κανόνες του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου. (Swanson 2023)

6. Μέσα Αντιμετώπισης της Κλιματικής Αλλαγής έως σήμερα

Το φαινόμενο της κλιματικής γίνεται όλο και πιο επιφανές και υστεροχρονισμένα έχει αρχίσει να επηρεάζει την πλειονότητα των πολιτικών κυβερνήσεων ανά τις χώρες του πλανήτη. Με επικρατέστερο πρόβλημα εκείνο των αερίων του θερμοκηπίου αξίζει να τονισθεί ότι η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα δεν περιορίζεται μόνο στη συμβολή της στην ατμοσφαιρική ρύπανση, αλλά επηρεάζει τόσο τη γη, όσο και τον υδάτινο κόσμο. Ο δευτερογενής τομέας παραγωγής και οι μεταφορές φαίνεται να πλήττουν και τους τρεις παραπάνω καταστάσεις (αέρα, γη, νερό), κι αυτός είναι και ο λόγος που η βαρύτητα των περιβαλλοντικών πολιτικών αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής δεσμεύουν κυρίως τις εν λόγω υποδομές. Ωστόσο, ο προβληματισμός αναφορικά με τα ύδατα λαμβάνει χώρα σε δυσδιάστατο επίπεδο, καθώς πέραν της ρύπανσης, πρέπει να ληφθεί υπόψη η σπανιότητα υδάτινων πόρων. Εδώ είναι σημαντικό να καταστεί σαφές ότι φυσικός πόρος είναι η φύση μετρημένη στο βαθμό που προσφέρει υπηρεσίες. Παλαιότερα το νερό θεωρείτο ελεύθερο αγαθό. Επικρατούσε η πεποίθηση ότι είναι αδιαίρετο και δεδομένο. Η ασυδοσία του ανθρώπου οδήγησε σήμερα στη σπανιότητα αυτού του εξαιρετικής σημασίας φυσικού πόρου. Με το πέρασμα του χρόνου το νερό σπανίζει κι έτσι πλέον η αφθονία του περιορίζεται επικίνδυνα. Στο σημείο αυτό η ανθρώπινη παρέμβαση είναι απαραίτητη, αφού πλέον η κατανάλωση του νερού απαιτεί παραγωγική διαδικασία. Επομένως, το νερό παύει να θεωρείται απλά το υγρό στοιχείο της φύσης. Τα ύδατα πάσης φύσης και χρήσης χρήζουν οικονομικής ανάλυσης και παρεμβατικής επεξεργασίας. Με τη βοήθεια της οικονομικής επιστήμης, γίνεται προσπάθεια για μεγιστοποίηση της ευημερίας (κοινωνικής, ατομικής, περιβαλλοντικής, οικονομικής). Κύριος σκοπός είναι η επίτευξη της Άριστης Κατανομής. Πρακτικά αυτό είναι σχεδόν αδύνατο, αφού οι φύσεις της εκμετάλλευσης του νερού από τον άνθρωπο δεν ελέγχονται

απόλυτα, οπότε και δεν μπορούν να εφαρμοστούν συγκεκριμένες πρακτικές περιοριστικής χρήσης του νερού. Συνδυαστικά με τα παραπάνω, κάποιες χώρες σχεδιάζουν και επαναπρογραμματίζουν πολιτικές που αφορούν στο υγρό στοιχείο. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της Βοστώνης, η οποία, υπό τον κίνδυνο της ανόδου της στάθμης τα θάλασσας, μετεγκατέστησε μία από τις μονάδες επεξεργασίας λυμάτων της σε μεγαλύτερο υψόμετρο, ενώ ταυτόχρονα, στην Ολλανδία, κατασκευάζουν οικίες που επιπλέουν στο νερό. Με την πρώτη ενεργειακή κρίση το 1970 παρατηρήθηκε έντονο το φαινόμενο στασιμοληθωρισμού. Αυτό έγινε, λόγω έλλειψης πετρελαίου και αδιαφορία για εύρεση και εξασφάλιση νέων πηγών ενέργειας. Σήμερα, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο συμπληρώνουν το 62% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας παγκοσμίως, ενώ πρέπει να τονισθεί ότι και οι δύο είναι εξαντλήσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Tietenberg & Lewis, 2010) Γενικότερα, ο άνθρωπος οφείλει να λάβει σοβαρά υπόψη τη στενότητα των φυσικών πόρων και να στραφεί σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας. Η “ιδέα” της υποκατάστασης των πρώτων υλών με αγαθά της φύσης έχει ξεκινήσει πολύ πριν θα νόμιζε κανείς, αφού ήδη από την 4η χιλιετηρίδα π.Χ., ο άνθρωπος χρησιμοποίησε την ενέργεια του ανέμου στα ιστιοφόρα πλοία, ενώ οι πρώτοι ανεμόμυλοι εμφανίστηκαν στην Περσία περίπου το 950 μ.Χ.. Στην Ευρώπη πρωτοστάτησε η Γαλλία το 1180 μ.Χ. Τα παραδείγματα αυτά δείχνουν τη φιλοδοξία των ανθρώπων για την αρμονική αλληλεπίδραση της ανθρωπότητας με το φυσικό περιβάλλον με σκοπό τη βιωσιμότητα. Πιο σύγχρονα, κατά το 1971 το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (IGME) ξεκίνησε έρευνα για την αναζήτηση γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα. Λίγο αργότερα χρονικά, η ΔΕΗ, όντας ο άμεσα ενδιαφερόμενος οργανισμός για την ηλεκτροπαραγωγή, ανέλαβε τις παραγωγικές γεωτρήσεις υψηλής ενθαλπίας και παράλληλα χρηματοδότησε τις έρευνες για την εύρεση νέων περιοχών με έντονο γεωθερμικό ενδιαφέρον. Για το σκοπό αυτό συντάχθηκε ο προκαταρκτικός χάρτης γεωθερμικής ροής του ελληνικού χώρου, όπου φάνηκε ότι η γεωθερμική ροή στην Ελλάδα είναι σε πολλές περιοχές εντονότερη από εκείνη του μέσου όρους της γης. Με την έλευση της νέας χιλιετίας, έρχεται και η μεγαλύτερη βελτίωση στην ιστορία της βιομάζας. Αναπτύσσονται προγράμματα που επιτρέπουν τη συμπαραγωγή ενέργειας από βιοκαύσιμα και συμβατικά καύσιμα με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης των ορυκτών πόρων. Επιπλέον, εντάθηκε η έρευνα για καλλιέργειες που θα μπορούν να αναπτυχθούν με σκοπό τη χρήση τους στην ηλεκτροπαραγωγή. Αξίζει, επίσης, να σημειωθεί ότι η ανάπτυξη των υδραυλικών τουρμπινών και των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας στις αρχές του 20ου αιώνα αποτέλεσε το έναυσμα για να επιστρέψει

δυναμικά στο προσκήνιο το ζήτημα της αξιοποίησης της ενέργειας από παλίρροιες. Πρακτικά, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βρήκε εφαρμογή στην κάλυψη κυρίως οικιακών αναγκών, όπως το ζεστό νερό. Η Ελλάδα υπήρξε πρωτοπόρος τόσο στη χρήση ανεμογεννητριών όσο και φωτοβολταϊκών συστημάτων για ηλεκτροπαραγωγή. Παρόλα αυτά, το τεράστιο δυναμικό της χώρας μας σε ΑΠΕ παραμένει σε μεγάλο βαθμό αναξιοποίητο, ενώ, με εξαίρεση τη βιομηχανία θερμικών ηλιακών συστημάτων, δεν έχει επιτευχθεί ακόμη η ανάπτυξη ανταγωνιστικής εγχώριας βιομηχανικής παραγωγής συστημάτων ΑΠΕ. Στην Ελλάδα, το μερίδιο των ΑΠΕ επί της συνολικής παροχής πρωτογενούς ενέργειας έχει σημειώσει σημαντική αύξηση τα τελευταία χρόνια, ιδίως στα αιολικά και φωτοβολταϊκά συστήματα, χάρη στα μεγαλοπρεπή feed-in-tariffs και τη μείωση του τεχνολογικού κόστους. Ωστόσο, σήμερα, η τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα βασίζεται σχεδόν αποκλειστικά σε ρυπογόνα συμβατικά καύσιμα.

1.5. Οι Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής ως τροχοπέδη για τους τομείς ανάπτυξης της Ελλάδας

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα φαινόμενο αναπόφευκτο, μιας και έχει ήδη εδραιωθεί στις περιβαλλοντικές προτεραιότητες για όλον τον πλανήτη. Οι επιπτώσεις ποικίλουν, αφού εξαπλώνονται σε πολλούς τομείς, τόσο κοινωνικούς, όσο και οικονομικούς. Η Ελλάδα ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης ενστερνίζεται τους τιθέντες στόχους της συμφωνίας του Παρισιού (βλ. ενότητα 3). Επομένως, η Τράπεζα της Ελλάδος κατά επέκταση της παραπάνω συνεργασίας διεξάγει έρευνες αναφορικά με τις επιπτώσεις ανά αναπτυξιακό κλάδο. Αναφορικά με τον τουριστικό κλάδο η συνεχής αύξηση των φόρων των καυσίμων, προκαλεί συνεχόμενες μειώσεις ζήτησης για αεροπορικά ταξίδια. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ισχυρές αρνητικές επιπτώσεις στη νησιωτική οικονομία. Ο τουρισμός μπορεί να συμβάλει προς αυτή την κατεύθυνση, έχοντας ως πρότυπο τη μετατροπή του σε δραστηριότητα “ουδέτερου άνθρακα” (carbon neutral). Η ουδετερότητα άνθρακα αποτελεί αυτοσκοπό της ευρωπαϊκής περιβαλλοντικής πολιτικής αναφορικά με τη βιωσιμότητα και την αειφορία. Αναφορικά με τις μεταφορές, υπάρχουν αρκετά σημεία που χρήζουν εκσυγχρονισμού. Ανά την Ευρώπη, περίπου το 40% των εμπορευματικών φορτηγών πραγματοποιεί δρομολόγια χωρίς εμπόρευμα. Το γεγονός αυτό αυξάνει κατά το ήμισυ την ατμοσφαιρική επιβάρυνση. Σημαντικό μειονέκτημα του τομέα αυτού αποτελεί το ότι δεν υλοποιούνται αποτελεσματικές συνδυασμένες μεταφορές με απώτερο σκοπό την ωφέλεια των υδάτινων και σιδηροδρομικών μεταφορών, ενώ η αδύναμη οικολογική νοοτροπία των Ελλήνων, ενισχύει τις ήδη υπάρχουσες αρνητικές επιπτώσεις του μεταφορικού συστήματος στο περιβάλλον. Η οικονομική δραστηριότητα του αγροτικού τομέα φαίνεται να έχει επίσημο χαρακτήρα στο περιβάλλον. Ωστόσο, στη γεωργία, ο βαθμός επίδρασης

της κλιματικής αλλαγής δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλος, γεγονός που δίνει έναυσμα να αξιοποιηθεί ο πρωτογενής τομέας ως εργαλείο για την καταπολέμησή της. Όπως είναι αναμενόμενο, σημαντικές αρνητικές επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής πρόκειται να επέλθουν και στα υδάτινα αποθέματα. Ανεξαρτήτως σεναρίου, οι υδάτινοι πόροι έχουν αρχίσει να υφίστανται σημαντική πλήξη. Το περιβαλλοντικό πρόβλημα της θάλασσας είναι μεγάλο, αφού η θάλασσα αποτελεί τον υγρό αποδέκτη κυρίως της αστικής ζωής και της βιομηχανικής γεωργίας. Σε αντίδραση αυτού, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συνέταξε ένα πλαίσιο αξιολόγησης, το οποίο και ονόμασε Water Framework Disutility. Σύμφωνα με αυτό τέθηκαν ορισμένοι στόχοι. Ο πρώτος αφορά στην επέκταση του πεδίου προστασίας των υδάτων, τόσο των επιφανειακών, όσο και των υπόγειων. Ο δεύτερος αφορά την επίτευξη του επιπέδου «καλής κατάστασης» για όλο το υδάτινο εύρος εντός καθορισμένης προθεσμίας. Ο τρίτος στόχος έχει να κάνει με τη διαχείριση των υδάτων βάσει «λεκανών απορροής των ποταμών». Ο τέταρτος στοχεύει στην εφαρμογή του «combined approach», δηλαδή της προσέγγισης κατά την οποία ελέγχονται οι οριακές τιμές των εκπομπών ρύπων να εμπίπτουν στα πρότυπα ποιότητας. Εδώ είναι απαραίτητο να υπογραμμισθεί η σημαντικότητα των οριακών τιμών. Προκειμένου να καταλήξει κανείς σε ένα συμπέρασμα σχετικά με το αν κάτι έχει συμφέρον ή όχι, οφείλει να ελέγξει τις οριακές τιμές του υπό διερεύνηση αντικειμένου. Σε συνέπεια με τον παραπάνω στόχο, ο πέμπτος φροντίζει να πάρουν οι δείκτες αυτοί τις σωστές τιμές. Έκτον, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θέλει να προσελκύσει τον πολίτη και να τον κάνει πιο ευαισθητοποιημένο επί του ζητήματος. Και ο τελικός στόχος, αφορά την ανάγκη εξορθολογισμού της νομοθεσίας, ώστε να μπορεί να έχει καθολική ισχύ και ευρεία εφαρμογή. Παρά ταύτα, σύμφωνα με τη μελέτη μέσω της Τράπεζα της Ελλάδος φαίνεται να υπάρχουν αρκετά περιθώρια εφαρμογής δράσεων για την ομαλή προσαρμογή στις δυσχερείς συνθήκες. Συμπληρωματικά, συγκριτικά με την υπόλοιπη Ευρώπη, η Μεσογειακή Ζώνη φαίνεται να είναι πιο ευάλωτη στις επικείμενες κλιματικές μεταβολές, λόγω των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων της περιοχής. Η επιστημονική κοινότητα τονίζει την αναγκαιότητα ενίσχυσης των περιβαλλοντικών πολιτικών προστασίας, αφού η Ελλάδα λόγω της γεωγραφικής θέσης και της μεγάλης ακτογραμμής που διαγράφει εκτιμάται να πληγεί σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Το οικολογικό αποτύπωμά της είναι ιδιαίτερος υψηλό, όπως επίσης και ο δείκτης παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα ανά κάτοικο και ανά μονάδα ΑΕΠ. Με τον όρο οικολογικό αποτύπωμα νοείται ένας οικολογικός ισολογισμός κάθε κράτους. Ισοδυναμεί με ένα λογιστικό εργαλείο, το οποίο έχει περιβαλλοντικό χαρακτήρα και που προσδιορίζει το βαθμό στον οποίο οι ανθρώπινες

δραστηριότητες υπερβαίνουν τη μέγιστη δυνατή παραγωγή πόρων και απορρόφηση απορριμμάτων. Το ένα σκέλος του ισολογισμού εμπεριέχει τις πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούν οι κοινωνίες, ενώ στο άλλο συγκαταλέγονται τα απόβλητα της οικονομικής δραστηριότητας που προκύπτουν από τις προαναφερθείσες πηγές. Σύμφωνα με τους Wackernagel and Rees (1996), «το οικολογικό αποτύπωμα μετρά την ποσότητα βιολογικά παραγωγικής γης και νερού (σε περιοχές αλιείας) που απαιτείται για να παράγει όλους τους πόρους που καταναλώνει ένα άτομο, πληθυσμός ή δραστηριότητα και να απορροφήσει τα απόβλητα που παρήγαγαν, λαμβάνοντας υπόψη τις επικρατούσες πρακτικές τεχνολογίας και διαχείρισης πόρων. Το τελικό οικολογικό αποτύπωμα ενός ατόμου ή μιας χώρας είναι το άθροισμα όλων αυτών των διαφορετικών τύπων γης, ανεξάρτητα από το πού βρίσκονται.» Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον FAO, το αποτύπωμα του άνθρακα μετράει τα εδάφη απορρόφησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, λόγω της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων, παραγωγής ηλεκτρισμού κι ενέργειας. Επί παραδείγματι, υπολογίζεται με τη χρήση δεδομένων για τις εκπομπές = 45 βιομηχανικών τομέων, καθώς και για την εισαγωγή κι εξαγωγή = 625 παραγόμενων εμπορευμάτων. Ο υπολογισμός του αποτυπώματος άνθρακα βασίζεται στην κατανάλωση, καθώς αυτή η προοπτική συμπληρώνει τη λογιστική προσέγγιση, που βασίζεται στην παραγωγή, η οποία λαμβάνεται από τα εθνικά αποθέματα αερίων του θερμοκηπίου, όπως αυτά που εξετάζονται από το Πρωτόκολλο του Κιότο (βλ. ενότητα 2), και τα οποία προκαλούνται και συσσωρεύονται άμεσα ή/και έμμεσα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, κατά τα διάφορα στάδια ζωής των προϊόντων και τη συνέχιση αυτών των δραστηριοτήτων με τις επόμενες γενεές. Τα έξι κύρια αέρια του θερμοκηπίου που προσδιορίζονται στο πρωτόκολλο του Κιότο, όπως προαναφέρθηκαν είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), οξείδια του αζώτου (N₂O), υδροφθοράνθρακες (HFC), υπερφθοριομένες χημικές ουσίες (PFC) και εξαφθοριούχο θείο (SF₆). Τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών των αερίων εκφράζονται σε kg CO₂-e και υπολογίζονται με τον πολλαπλασιασμό της πραγματικής μάζας αερίου με το συντελεστή δυναμικού θέρμανσης του πλανήτη για το συγκεκριμένο αέριο, καθιστώντας συγκρίσιμα και συμπληρωματικά τα αποτελέσματα της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη των διαφόρων αερίων του θερμοκηπίου. Η επικρατούσα μέθοδος για την εθνική λογιστική απεικόνιση άνθρακα είναι η περιβαλλοντικά διευρυμένη πολύ-περιφερειακή ανάλυση εισροών-εκροών (EEMRIO). Ο δείκτης μέτρησης αυτός προτιμάται, χάριν στον πολυδιάστατο χαρακτήρα, που του επιτρέπει να εφαρμοστεί σε προϊόντα, διαδικασίες, εταιρείες, βιομηχανικούς τομείς, άτομα, κυβερνήσεις,

πληθυσμούς κ.λπ. Επίσης, φαίνεται να επιτρέπει μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της ανθρώπινης συμβολής στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ενώ συνάδει και με τα πρότυπα οικονομικής και περιβαλλοντικής λογιστικής.

Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην ανθρώπινη υγεία.

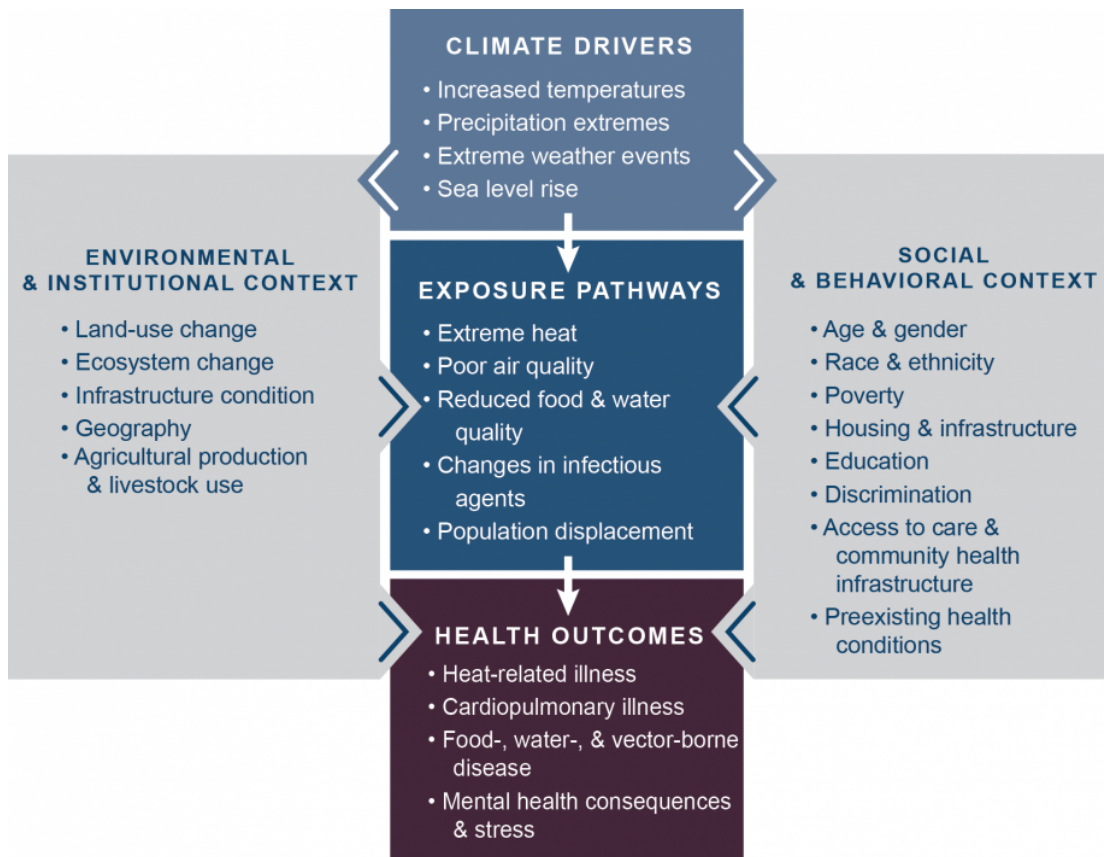
1. Εισαγωγή

Οι επιδράσεις του καιρού και του κλίματος στην ανθρώπινη υγεία είναι ζωτικές και παρουσιάζουν ενδιαφέρουσα ποικιλία. Η έκθεση της υγείας σε κινδύνους σχετικούς με την κλιματική αλλαγή δύναται να επηρεάσει και ήδη επηρεάζει διαφορετικούς ανθρώπους, διαφορετικές κοινότητες σε διαφορετικό βαθμό. Η έκθεση σε πολλαπλές απειλές της κλιματικής αλλαγής συνηθίζεται να αξιολογείται μεμονωμένα αλλά μπορεί να συμβαίνει και ταυτόχρονα, με αποτέλεσμα να επιδεινώνονται σοβαρά και μαζικά οι επιπτώσεις στην υγεία.

Με τους ρυθμούς που παρατηρείται η κλιματική αλλαγή, η συχνότητα, η σοβαρότητα, η διάρκεια αλλά και η θέση των καιρικών/κλιματικών φαινομένων αλλάζουν με αποτέλεσμα να έχουμε πρωτοφανείς καταστάσεις σε χώρες και μέρη που δεν είχαν έως τώρα έρθει αντιμέτωπες με αντίστοιχες καταστάσεις. Αυτό σημαίνει ότι οι περιοχές που αντιμετωπίζουν ήδη απειλητικά για την υγεία καιρικά και κλιματικά φαινόμενα, όπως έντονη ζέστη ή τυφώνες, είναι πιθανό να υποστούν επιδείνωση των επιπτώσεων, όπως υψηλότερες θερμοκρασίες και αυξημένη συχνότητα καταιγίδων και ποσοστά βροχοπτώσεων. Σημαίνει επίσης ότι ορισμένες τοποθεσίες θα έρθουν αντιμέτωπες με νέες και πρωτοφανείς απειλές για την υγεία που σχετίζονται με το κλίμα. Για παράδειγμα, περιοχές που προηγουμένως δεν επηρεάζονταν από τοξικές ανθίσεις φυκών ή υδατογενείς ασθένειες λόγω χαμηλότερων θερμοκρασιών του νερού μπορεί πλέον να κληθούν να αντιμετωπίσουν αυτούς τους κινδύνους, καθώς η άνοδος της θερμοκρασίας του νερού βοηθάει τους οργανισμούς που προκαλούν αυτούς τους κινδύνους για την υγεία να ευδοκιμούν. Επιπρόσθετα, δύναται ακόμη και οι περιοχές που αντιμετωπίζουν επί του παρόντος αυτές τις

απειλές να δουν σταδιακές μεταβολές στο χρόνο των εποχών που αποτελούν τον μεγαλύτερο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. (USGCRP 2016)

Η κλιματική αλλαγή μπορεί επομένως να επηρεάσει την ανθρώπινη υγεία με δύο βασικούς τρόπους: πρώτον, αλλάζοντας τη σοβαρότητα και τη συχνότητα των προβλημάτων υγείας που επηρεάζονται ήδη δυναμικά από κλιματικούς και καιρικούς παράγοντες και δεύτερον, δημιουργώντας πρωτόγνωρα και απρόβλεπτα προβλήματα υγείας ή απειλές για την υγεία σε μέρη όπου δεν είχαν εμφανιστεί μέχρι τώρα. (Balbus, Crimmins and Gamble 2016)



Εικόνα 3: Παράγοντες επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην υγεία κατά αλυσιδωτή αντίδραση των εξωτερικών παραγόντων (Global Change.gov 2016)

Στο παραπάνω εννοιολογικό διάγραμμα απεικονίζονται οι «διαδρομές» έκθεσης μέσω των οποίων η κλιματική αλλαγή εμπλέκεται με την ανθρώπινη υγεία. Οι οδοί έκθεσης υπάρχουν στο πλαίσιο άλλων παραγόντων που επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά τα αποτελέσματα της υγείας (γκρίζα πλαίσια). Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ευπάθεια των ατόμων διακρίνονται

στο δεξί πλαίσιο και αντικατοπτρίζουν κάποιους καθοριστικούς κοινωνικούς παράγοντες για την υγεία και τις επιλογές συμπεριφοράς. Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ευπάθεια σε μεγαλύτερη κλίμακα, όπως: φυσικά και δομημένα περιβάλλοντα, διακυβέρνηση, διαχείριση και θεσμοί κ.α. εμφανίζονται στο αριστερό πλαίσιο. Όλοι αυτοί οι παράγοντες μπορούν να συνδράμουν στην ευπάθεια ενός ατόμου ή ακόμα και μιας ολόκληρης κοινότητας μέσω των αλλαγών στην έκθεση, την ευαισθησία και την ικανότητα προσαρμογής που μπορεί επίσης να επηρεαστούν από την κλιματική αλλαγή. (Balbus, Crimmins and Gamble 2016)

1.2 Ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής στην ανθρώπινη υγεία

Για συγκεκριμένες αλλαγές στην ποσότητα της έκθεσης της υγείας σε ρίσκο που σχετίζονται με κλιματική αλλαγή, το μελλοντικό ποσοστό επιπτώσεων στην υγεία που σχετίζεται με οποιαδήποτε δεδομένη περιβαλλοντική έκθεση μπορεί να υπολογιστεί πολλαπλασιάζοντας τρεις τιμές:

- 1) Την «γραμμική βάση», σε ποσοστό, του αντίκτυπου στην υγεία
- 2) Την αναμενόμενη αλλαγή στην έκθεση σε κινδύνους
- 3) Την συνάρτηση έκθεσης-ανταπόκρισης.

Μια συνάρτηση έκθεσης-ανταπόκρισης είναι μια εκτίμηση του πώς το κίνδυνος του αντίκτυπου στην υγεία αλλάζει με τις αλλαγές στις εκθέσεις και σχετίζεται με την ευαισθησία του ατόμου, ένα από τα τρία συστατικά της τρωτότητας. Για παράδειγμα, μια συνάρτηση έκθεσης-απόκρισης για ακραία ζέστη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ποσοτικοποιήσει την αύξηση των θανάτων που σχετίζονται με τη θερμοκρασία σε μια περιοχή (η αλλαγή στον αντίκτυπο στην υγεία) για κάθε 1°C αύξηση στην ημερήσια θερμοκρασία περιβάλλοντος (η αλλαγή στην έκθεση). (J. A. Balbus χ.χ.)



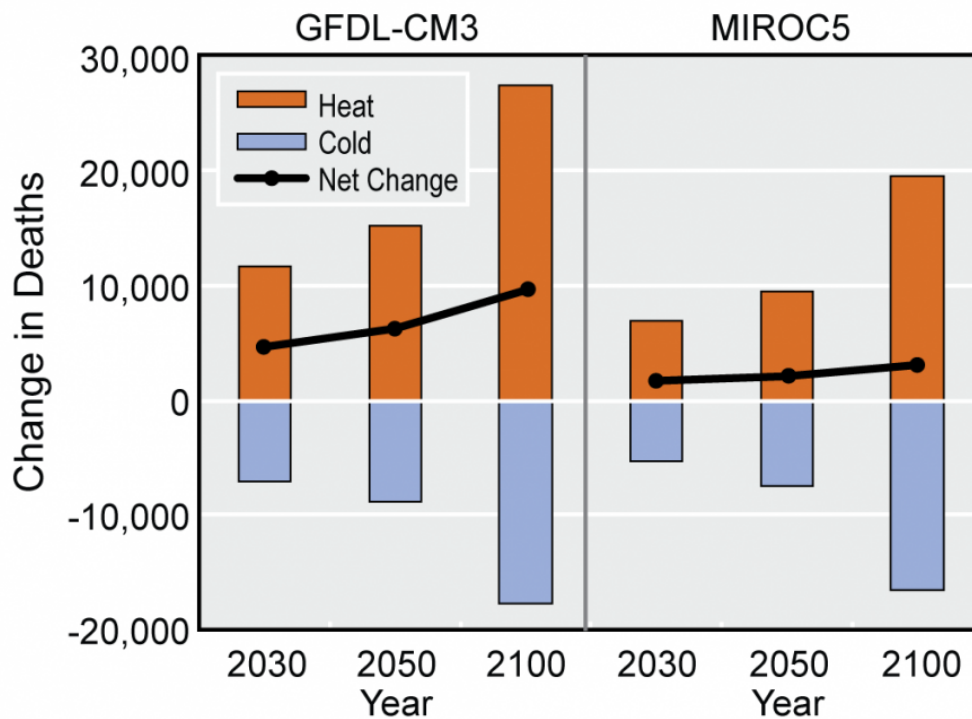
Εικόνα 4: Εξίσωση Ποσοτικοποίησης αντικτύπου κλιματικής αλλαγής στην ανθρώπινη υγεία (Global Change.gov 2016)

Η ικανότητα ποσοτικοποίησης πολλών διαφορετικών τύπων επιπτώσεων στην υγεία εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των δεδομένων, την ικανότητα χαρακτηρισμού των μελλοντικών αλλαγών στους τύπους ποικίλους τύπους εκθέσεων που σχετίζονται με αυτόν τον αντίκτυπο στην υγεία και το κατά πόσο είναι κατανοητή η σχέση μεταξύ αυτών των εκθέσεων και των επιπτώσεων στην υγεία. Η υγεία μπορεί να επηρεάζεται από πολλούς επιπλέον παράγοντες, όπως για παράδειγμα μολυσματικές ασθένειες. Αυτές μπορεί να απαιτούν διαφορετικές και πιο σύνθετες προσεγγίσεις μοντελοποίησης. Όπου η κατανόησή μας για αυτές τις σχέσεις είναι ισχυρή, ορισμένες επιπτώσεις στην υγεία, ακόμη και εκείνες που συμβαίνουν σε άνευ προηγουμένου μέρη ή εποχές του χρόνου, μπορεί στην πραγματικότητα και να είναι προβλέψιμες. Όπου υπάρχει έλλειψη δεδομένων ή αυτές οι σχέσεις είναι ελάχιστα κατανοητές, οι επιπτώσεις στην υγεία είναι πιο δύσκολο να απεικονιστούν. (J. A. Balbus χ.χ.)

1.3 Ασθένειες και θάνατοι σχετιζόμενοι με τη Θερμοκρασία

Η αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου οδηγούν στην αύξηση τόσο των μέσων όσο και των ακραίων θερμοκρασιών. Αυτό αναμένεται να οδηγήσει σε αύξηση των θανάτων και των ασθενειών από την υπερβολική ζέστη όπως επίσης και σε αντίστοιχη από το κρύο ιδιαίτερα για ορισμένες κοινωνικές ομάδες που φαίνονται να είναι πιο ευάλωτες σε αυτές τις αλλαγές, όπως είναι τα παιδιά, οι ηλικιωμένοι και τα οικονομικά κατώτερα στρώματα. Ημέρες που είναι πιο ζεστές από τη μέση εποχιακή θερμοκρασία το καλοκαίρι ή πιο κρύες από τη μέση εποχιακή θερμοκρασία το χειμώνα προκαλούν αυξημένα επίπεδα ευπάθειας, ασθενειών και ακόμα και θανάτων, θέτοντας σε κίνδυνο την ικανότητα του σώματος να ρυθμίζει τη θερμοκρασία του ή προκαλώντας άμεσες ή έμμεσες επιπλοκές στην υγεία. Η δυσλειτουργία ή και απώλεια του εσωτερικού ελέγχου της θερμοκρασίας μπορεί να οδηγήσει σε ένα πλήθος ασθενειών, όπως

ενδεικτικά θερμικές κρίσιμες, θερμική εξάντληση, θερμοπληξία, και υπερθερμία λόγω της υπερβολικής ζέστης. Αντίστοιχα, υποθερμία και κρυοπαγήματα λόγω ακραίου ψύχους. Οι ακραίες θερμοκρασίες μπορεί επίσης να επιδεινώσουν υπάρχοντα χρόνια νοσήματα όπως καρδιαγγειακά νοσήματα, ασθένειες του αναπνευστικού, εγκεφαλοαγγειακές νόσους και Διαβήτη. Παρατεταμένη έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες παρατηρείται επίσης να σχετίζεται με αυξημένες εισαγωγές στα νοσοκομεία για καρδιαγγειακές, νεφρικές και αναπνευστικές διαταραχές.



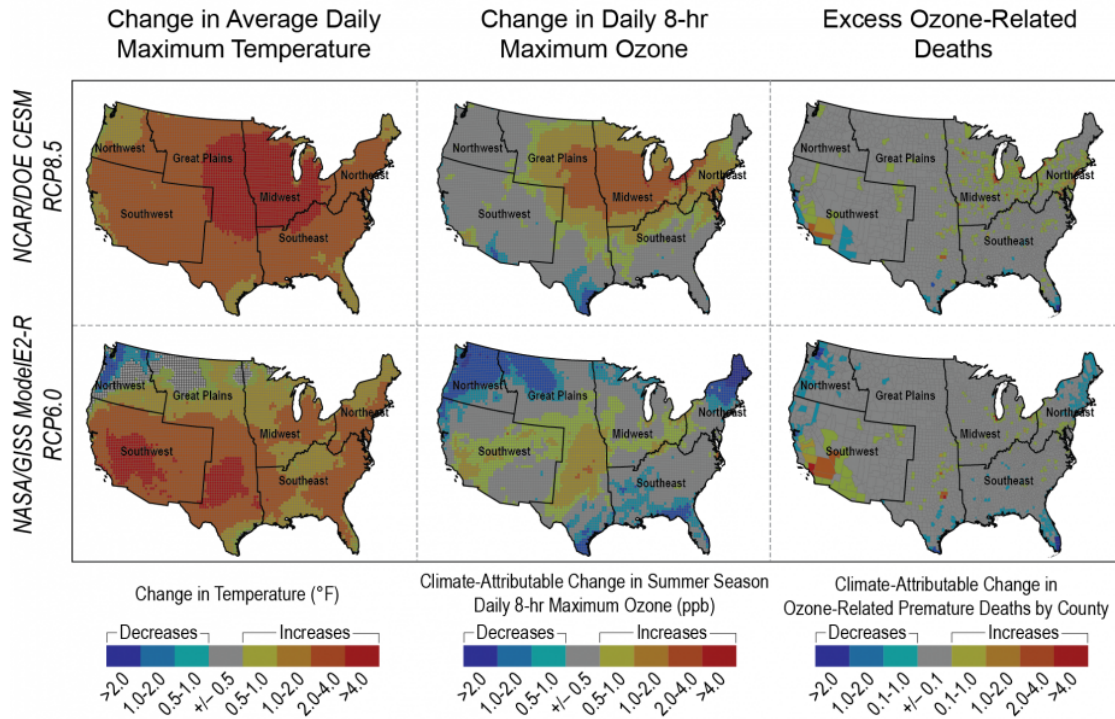
Εικόνα 5: Αύξηση θνησιμότητας λόγω θερμοκρασιών ανά χρονική περίοδο (Global Change.gov 2016)

Στο παραπάνω διάγραμμα απεικονίζεται μία προβλεπόμενη αύξηση των θανάτων λόγω της υπερθέρμανσης τους καλοκαιρινούς μήνες (καυτή περίοδος, Απρίλιος-Σεπτέμβριος) ή αντίστοιχως λόγω της υπερβολικά χαμηλής θερμοκρασίας τους χειμερινούς μήνες (ψυχρή περίοδος, Οκτώβριος-Μάρτιος). Το συγκεκριμένο διάγραμμα αφορά μελέτη που διενεργήθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες και δείχνει την προβλεπόμενη καθαρή μεταβολή σε θανάτους για τις 209 πόλεις των ΗΠΑ που εξετάστηκαν. Συνολικά, οι πρόσθετοι θάνατοι από την υπερθέρμανση κατά

την καυτή περίοδο υπερβαίνουν τη μείωση των θανάτων κατά την ψυχρή περίοδο, με αποτέλεσμα την καθαρή αύξηση των θανάτων που αποδίδονται στη θερμοκρασία με την πάροδο του χρόνου ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής. Η γραμμή βάσης και τα μελλοντικά έτη αναφοράς βασίζονται σε περιόδους 30 ετών όπου είναι δυνατόν, με εξαίρεση το 2100: 1990 (1976–2005), 2030 (2016–2045), 2050 (2036–2065) και 2100 (2086–2100). (Πηγή εικόνας: προσαρμογή από Schwartz et al. 2015) (Sarofim, et al. 2016)

1.4 Επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα

Οι αλλαγές στο κλίμα επηρεάζουν τον αέρα που αναπνέουμε, τόσο σε εσωτερικούς όσο και σε εξωτερικούς χώρους. Το δυναμικά μεταβαλλόμενο κλίμα έχει τροποποιήσει ανησυχητικά τα καιρικά μοτίβα, τα οποία με τη σειρά τους αλυσιδωτά έχουν επηρεάσει τα επίπεδα και τη θέση των εξωτερικών ατμοσφαιρικών ρύπων όπως το όζον στο επίπεδο του εδάφους (O₃) και τα λεπτά σωματίδια. Η άνοδος των επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ενισχύει επίσης και τη ανάπτυξη φυτών που απελευθερώνουν αερομεταφερόμενα αλλεργιογόνα (αεροαλλεργιογόνα). Αυτές οι αλλαγές στην ποιότητα του εξωτερικού αέρα και στα αεροαλλεργιογόνα επηρεάζουν ακόμα και την ποιότητα του εσωτερικού αέρα καθώς τόσο οι ρύποι όσο και τα αεροαλλεργιογόνα διεισδύουν σε σπίτια, σχολεία και όχι μόνο μέσω των παραθύρων και μέσω των κλιματιστικών. Η κακή ποιότητα του αέρα, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά το ανθρώπινο αναπνευστικό και καρδιαγγειακό σύστημα. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις γύρης και οι μεγαλύτερες σε διάρκεια εποχές γύρης μπορούν να αυξήσουν την αλλεργική ευαισθητοποίηση όπως και τα επεισόδια άσθματος και ως εκ τούτου να περιορίσουν την παραγωγικότητα στην εργασία και στις καθημερινές αντοχές. (Fann 2016)



Εικόνα 6: Μεταβολές στη μέση θερμοκρασία, περιεκτικότητα όζοντος και πυκνότητα θανάτων σχετικούς με το όζον (J. M. Trtanj 2015)

Προβαλλόμενες μεταβολές στις μεταβολές ποιότητας του αέρα κατά την κλιματική αλλαγή όπου μπορεί να ποικίλλει σημαντικά ανά περιοχή και ανά σενάριο. Δύο υποβαθμισμένες προβολές παγκόσμιων κλιματικών μοντέλων που χρησιμοποιούν δύο δρόμους συγκέντρωσης αερίων θερμοκηπίου εκτιμούν τις μέσες ημερήσιες μέγιστες θερμοκρασίες πάνω από 1°C έως 4°C συγκρίνοντας το έτος 2030 σε σχέση με το έτος 2000 σε όλες τις ηπειρωτικές Ηνωμένες Πολιτείες. Εάν οι μειώσεις στις εκπομπές προδρόμων ουσιών του όζοντος δεν αντισταθμίσουν την επίδραση της κλιματικής αλλαγής, αυτή η «κλιματική ποιινή» των αυξημένων συγκεντρώσεων όζοντος θα είχε ως αποτέλεσμα δεκάδες έως χιλιάδες πρόσθετους πρωίμους θανάτους που σχετίζονται με το όζον ετησίως, που εμφανίζονται εδώ ως περιστατικά ανά έτος ανά και νομό. (Fann 2016)

1.5 Επιπτώσεις από ακραία καιρικά φαινόμενα

Οι προβλέψεις για την κλιματική αλλαγή δείχνουν πως πρόκειται να υπάρξουν συνεχείς αυξήσεις, στην εμφάνιση αλλά και στην σοβαρότητα, ορισμένων ακραίων γεγονότων μέχρι το πέρας του

21ου αιώνα. Ορισμένες περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών έχουν ήδη υποστεί δαπανηρές επιπτώσεις - όσον αφορά τόσο τους χαμένους ανθρώπους όσο και τις οικονομικές ζημιές από τις αλλαγές στη συχνότητα, την ένταση ή τη διάρκεια ορισμένων ακραίων καιρικών φαινομένων. Ενώ είναι προφανές και αισθητό ότι τα ακραία καιρικά φαινόμενα μπορεί να έχουν επιπτώσεις στην υγεία, όπως ακαριαίους θανάτους ή τραυματισμούς κατά τη διάρκεια τους, επιπτώσεις στην υγεία μπορεί επίσης να προκύψουν είτε πριν είτε και μετά από ένα ακραίο συμβάν. Αυτό γιατί τα άτομα μπορεί να εμπλακούν σε δραστηριότητες που βάζουν την υγεία τους σε κίνδυνο, όπως για παράδειγμα προετοιμασία καταστροφών, εκκενώσεις και καθαρισμοί μετά το συμβάν. Απειλές για την υγεία μπορεί επίσης να προκύψουν ακόμα και αρκετά μετά το συμβάν είτε ακόμα και σε μέρη εκτός της περιοχής όπου έλαβε χώρα, ως αποτέλεσμα ζημιών σε περιουσίες, υποδομές και δημόσιων υπηρεσιών με κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις. Αυτές οδηγούν σε συνολική περιβαλλοντική αλλά και ευρύτερα κοινωνική υποβάθμιση. Τα ακραία γεγονότα εγκυμονούν επίσης μοναδικούς κινδύνους για την υγεία εάν πολλά συμβάντα συμβαίνουν ταυτόχρονα ή διαδοχικά σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. (USGCRP 2016) Η σοβαρότητα και η ποικιλία των επιπτώσεων στην υγεία που σχετίζονται με ακραία φαινόμενα εξαρτώνται από τις φυσικές επιπτώσεις των ίδιων των ακραίων συμβάντων καθώς και από τις μοναδικές ανθρώπινες, κοινωνικές και περιβαλλοντικές συνθήκες τη στιγμή και με τον τρόπο που συμβαίνουν. (Bell, Herring and Jantarasami n.d.)

Οι επιστήμονες και μελετητές πιστεύουν ότι τα κύματα καύσωνα σε όλο τον κόσμο γίνονται όλο και πιο ζεστά, συχνότερα και μακρύτερα. Η National Climate Assessment το 2018, ανέφερε ότι ο αριθμός των ζεστών ημερών αυξανόταν και ότι η συχνότητα των κυμάτων καύσωνα στις Ηνωμένες Πολιτείες είχε εκτιναχθεί από έναν μέσο όρο δύο ετησίως τη δεκαετία του 1960 σε έξι ανά έτος τη δεκαετία του 2010. Η έκθεση ανέφερε επίσης ότι η εποχή των κυμάτων καύσωνα είχε επιμηκυνθεί κατά 45 ημέρες από τη δεκαετία του 1960. Η υπερθέρμανση του πλανήτη αυξάνει επίσης την πιθανότητα ξηρασίας. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες στεγνώνουν τα εδάφη και τη βλάστηση, καθιστώντας τις περιοχές πιο επιρρεπείς σε πυρκαγιές. Επιπλέον, η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει τα μοτίβα βροχοπτώσεων σε όλο τον κόσμο, καθιστώντας τις ξηρές περιοχές πιο ξηρές. Τα τελευταία χρόνια, το μεγαλύτερο μέρος του δυτικού μισού των Ηνωμένων Πολιτειών βρίσκεται σε ξηρασία, με συνθήκες που κυμαίνονται από μέτριες έως σοβαρές. Στα Νοτιοδυτικά, η ξηρασία συνεχίστηκε για τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα —από το 2000— που

θεωρείται μεγαξηρασία. Η ξηρότητα, οι υψηλότερες θερμοκρασίες και η μεγαλύτερη περίοδος πυρκαγιών είναι όλοι παράγοντες που κάνουν τις πυρκαγιές πιο επικίνδυνες, σύμφωνα με τους ειδικούς. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η επιδείνωση της ζέστης και της ξηρασίας θα μπορούσε να οδηγήσει σε αύξηση κατά 50% των καταστροφικών πυρκαγιών, σύμφωνα με έκθεση των Ηνωμένων Εθνών του 2022, ή σε μια «παγκόσμια κρίση πυρκαγιών». Το ζήτημα αυτό αποτελεί και θέμα υγείας καθώς ο καπνός από τις πυρκαγιές έχει επιδεινωθεί την τελευταία δεκαετία, ανατρέποντας ενδεχομένως δεκαετίες βελτιώσεων στην ποιότητα του αέρα στη Δυτική Ευρώπη. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου δεν θερμαίνουν απλώς την ατμόσφαιρα, οι ωκεανοί θερμαίνονται και αυτό κάνει τους τυφώνες ισχυρότερους και υγρότερους. Υπάρχουν ελάχιστα στοιχεία ότι η κλιματική αλλαγή κάνει τους τυφώνες και τους τυφώνες πιο συχνούς. Στην πραγματικότητα, μπορεί να υπάρξουν ακόμη και ελαφρώς λιγότερες καταιγίδες με την πάροδο του χρόνου, λόγω των μεταβαλλόμενων μοτίβων ανέμων. Το θερμότερο νερό των ωκεανών μπορεί επίσης να προκαλέσει «ταχεία εντατικοποίηση», η οποία συμβαίνει όταν μια καταιγίδα γίνεται πολύ πιο ισχυρή σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα μιας ημέρας ή ακόμα και μερικών ωρών. Μια μελέτη του 2019 στο περιοδικό Nature Communications έδειξε ότι η ταχεία εντατικοποίηση είχε αυξηθεί. Οι τυφώνες γίνονται πιο υγροί επειδή ο θερμότερος αέρας συγκεντρώνει περισσότερη υγρασία που μπορεί στη συνέχεια να πέσει ως βροχή. Ο τυφώνας Χάρβεϊ, ο οποίος σταμάτησε πάνω από το Χιούστον το 2017, παρήγαγε τουλάχιστον 15% περισσότερη βροχή από ό,τι θα είχε χωρίς τις ανθρώπινες επιπτώσεις στο κλίμα. Οι επιστήμονες δεν έχουν καταφέρει να προσδιορίσουν εάν υπάρχει σχέση μεταξύ της θέρμανσης και της συχνότητας ή της ισχύος των ανεμοστρόβιλων. Αυτό συμβαίνει επειδή οι ανεμοστρόβιλοι είναι σχετικά μικρά, βραχύβια καιρικά φαινόμενα, γεγονός που καθιστά δύσκολη την ενσωμάτωσή τους στα μοντέλα υπολογιστών των επιστημόνων για το παγκόσμιο κλίμα. Οι ερευνητές πιστεύουν ότι οι ανεμοστρόβιλοι είναι πιο πιθανό να εμφανιστούν σε συστάδες τις τελευταίες δεκαετίες – μπορεί να υπάρχουν λιγότερες ημέρες κάθε χρόνο με ανεμοστρόβιλους, αλλά σε κάθε μία από αυτές τις ημέρες, υπάρχουν περισσότεροι ανεμοστρόβιλοι. Ο χρόνος των εποχών των ανεμοστρόβιλων γίνεται επίσης πιο απρόβλεπτος, ανακάλυψαν οι ερευνητές, με περισσότερες πρώιμες και καθυστερημένες εκκινήσεις σε σύγκριση με πριν από δεκαετίες. (Zhong 2023)

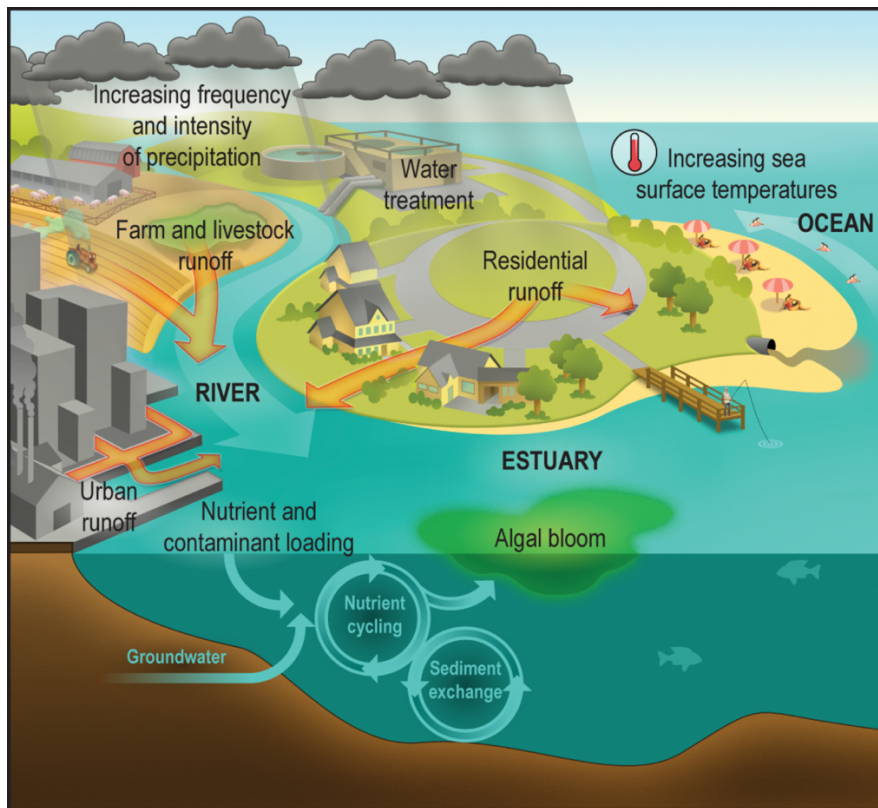
2. Ασθένειες σχετιζόμενες με το νερό

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσει τόσο τους πόρους του γλυκού αλλά και του θαλάσσιου νερού με τρόπους που θα αυξήσουν την έκθεση των ανθρώπων σε κίνδυνο από ρύπους σχετικούς με το νερό και που δύναται να προκαλέσουν ασθένειες. Οι υδατογενείς ασθένειες προκαλούνται κυρίως από παθογόνα, όπως βακτήρια, ιοί και πρωτόζωα. Οι ασθένειες που σχετίζονται με το νερό προκαλούνται επίσης από τοξίνες που παράγονται από ορισμένα είδη από επιβλαβή φύκια και κυανοβακτήρια, όπως και από χημικές ουσίες που εισάγονται στο περιβάλλον από ανθρώπινες δραστηριότητες. Η έκθεση σε τέτοιας φύσεως μολύνσεις επιτυγχάνεται μέσω της κατάποσης, της εισπνοής ή της άμεσης επαφής με μολυσμένο πόσιμο νερό και προφανώς μέσω της κατανάλωσης μολυσμένων ψαριών και οστρακοειδών. (USGCRP 2016) Παράγοντες που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή—συμπεριλαμβανομένης της θερμοκρασίας, της συχνότητας αλλά και της ποιότητας των βροχοπτώσεων και της σχετικής απορροής τους, των τυφώνων και της καταιγίδας—επηρεάζουν την ανάπτυξη, την επιβίωση, την εξάπλωση και τη λοιμογόνο δράση ή την τοξικότητα των παραγόντων (αιτιών) ασθενειών που σχετίζονται με το νερό. Το κατά πόσο η ασθένεια προκύπτει ή όχι από έκθεση σε μολυσμένο νερό, ψάρια ή οστρακοειδή εξαρτάται από ένα σύνθετο σύνολο παραγόντων, συμπεριλαμβανομένης της ανθρώπινης συμπεριφοράς και των κοινωνικών καθοριστικών παραγόντων της υγείας που μπορεί να επηρεάσουν την έκθεση, την ευαισθησία και την ικανότητα προσαρμογής του ατόμου. Οι υπηρεσίες υδάτινων πόρων, δημόσιας υγείας και περιβάλλοντος των κρατών θα πρέπει να παρέχουν διασφαλίσεις για τη δημόσια υγεία για να μειώσουν τον κίνδυνο έκθεσης και ασθένειας ακόμα και στην περίπτωση που το νερό μολυνθεί. Αυτά περιλαμβάνουν την συστηματική καταγραφή της ποιότητας του νερού, τα πρότυπα και πρακτικές της επεξεργασίας του πόσιμου νερού, το κλείσιμο παραλιών για καθαρισμούς και την σωστή επικοινωνία συμβουλών για το βράσιμο του πόσιμου νερού και τη συγκομιδή οστρακοειδών. (Trtanj n.d.) (Jantarasami 2016)

2.1 Πηγές υδάτινης ρύπανσης

Οι κύριες πηγές μόλυνσης του νερού είναι κατά βάση τα ανθρώπινα και ζωικά απόβλητα όπως και οι γεωργικές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης λιπασμάτων. Απορροή και

πλημμύρες που προκύπτουν από τις αναμενόμενες αυξήσεις στις ακραίες βροχοπτώσεις, τις ήδη υπάρχουσες βροχοπτώσεις και τους τυφώνες μπορεί να αυξήσει τους κινδύνους και τις πιθανότητες μόλυνσης εκθετικά. (USGCRP 2016) Μόλυνση συμβαίνει όταν παράγοντες ασθένειας που σχετίζεται με το νερό και θρεπτικές ουσίες, όπως το άζωτο και ο φώσφορος, μεταφέρονται από αστικές, οικιστικές και γεωργικές περιοχές σε επιφανειακά, υπόγεια και παράκτια ύδατα. Η υπερφόρτωση θρεπτικών συστατικών μπορεί να προάγει την ανάπτυξη των φυσικών παθογόνων και των φυκιών. Η έκθεση στον άνθρωπο συμβαίνει βασικά μέσω μόλυνσης των πηγών του πόσιμου νερού, των υδάτων αναψυχής, των ψαριών και των οστρακόδερμων.



Εικόνα 7: Παράγοντες μόλυνσης υδάτων και οικοσυστήματα (J. M. Trtanj 2015)

2.2 Σύνδεσμοι μεταξύ Κλιματικής αλλαγής, ποσότητας και ποιότητα νερού

Η μόλυνση του νερού από ανθρώπινα απόβλητα συνδέεται με τις αδυναμίες του τοπικού αστικού ή αγροτικού δικτύου ύδρευσης και των υποδομών του. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται τα συστήματα μεταφοράς αστικών λυμάτων, σηπτικών και ομβρίων υδάτων. Η αστοχία μπορεί να συμβεί είτε όταν η βροχόπτωση και η επακόλουθη απορροή της υπερκαλύπτουν τη χωρητικότητα αυτών των συστημάτων - προκαλώντας π.χ. υπερχειλίση αποχετεύσεων, εφεδρικές πλημμύρες στο υπόγειο ή τοπική πλημμύρα. Επιπλέον συμβαίνει όταν ακραία καιρικά φαινόμενα όπως πλημμύρες και καταιγίδες δυσχεραίνουν τη μεταφορά νερού ή την υποδομή επεξεργασίας και έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση ή απώλεια απόδοσης και λειτουργικότητας. Πολλές παλαιότερες πόλεις έχουν συνδυάσει συστήματα αποχέτευσης (με όμβρια ύδατα και λύματα που μοιράζονται τους ίδιους σωλήνες), τα οποία είναι επιρρεπή στην απόρριψη ακατέργαστων λυμάτων απευθείας στα επιφανειακά ύδατα μετά από μέτριες έως έντονες βροχοπτώσεις. Η ποσότητα της βροχής που προκαλεί συνδυασμένες υπερχειλίσεις αποχετεύσεων διαφοροποιείται μεταξύ των πόλεων λόγω διαφορών στη χωρητικότητα των υποδομών και στο σχεδιασμό και κυμαίνεται από 5 mm (περίπου 0,2 ίντσες) έως 2,5 cm (περίπου 1 ίντσα). (USGCRP 2016) Συνολικά, οι συνδυασμένες υπερχειλίσεις αποχετεύσεων αναμένεται να αυξηθούν, αλλά απαιτείται ειδική περιπτοσιολογική ανάλυση για να προβλεφθεί η ορθά η έκταση αυτών των αυξήσεων. Τα ακραία φαινόμενα βροχοπτώσεων θα επιδεινώσουν τα υπάρχοντα προβλήματα με ανεπαρκείς, γηρασμένες ή υποβαθμισμένες υποδομές λυμάτων σε όλες τις χώρες. Αυτά τα προβλήματα περιλαμβάνουν σπασμένους ή προβληματικούς σωλήνες αποχέτευσης και αστοχία σηπτικών συστημάτων που διοχετεύουν λύματα στο έδαφος. (USGCRP 2016) Η απορροή ή η μολυσμένη απόρριψη υπόγειων υδάτων μεταφέρει επίσης παθογόνα και θρεπτικά συστατικά στα επιφανειακά ύδατα, συμπεριλαμβανομένων των γλυκών και θαλάσσιων παράκτιων περιοχών και των παραλιών.

Η μόλυνση των υδάτων από γεωργικές δραστηριότητες σχετίζεται με την έκλυση μικροβίων, παθογόνων ή θρεπτικών συστατικών στην κοπριά των ζώων και σε ανόργανα λιπάσματα που μπορούν να διεγείρουν την ταχεία και υπερβολική ανάπτυξη ή την άνθηση επιβλαβών φυκιών. Η γεωργική γη καλύπτει περίπου **900 εκατομμύρια στρέμματα** μόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες, που περιλαμβάνουν πάνω από 2 εκατομμύρια φάρμες, με κτηνοτροφικούς τομείς. Ανάλογα με τον

τύπο και τον αριθμό των ζώων, μια μεγάλη κτηνοτροφία μπορεί να παράξει από 2.800 έως 1.600.000 τόνους κοπριάς κάθε ετησίως. Με τις προβλεπόμενες αυξήσεις στις έντονες βροχοπτώσεις, γεωργικές πηγές μόλυνσης μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα των υδάτων σε ολόκληρο τον κόσμο. Η απορροή από εδάφη όπου η κοπριά έχει χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα ή όπου οι πλημμύρες έχουν προκαλέσει υπερχειλίση λιμνοθαλασσών λυμάτων μπορεί να μεταφέρει παράγοντες μόλυνσης απευθείας από τη γη σε υδάτινα σώματα. (NRC 2010)

2.3 Οδοί έκθεσης και κίνδυνοι για την υγεία

Οι άνθρωποι εκτίθενται σε παράγοντες ασθενειών που σχετίζονται με το νερό μέσω πολλών οδών, όπως το πόσιμο νερό (επεξεργασμένο και μη επεξεργασμένο), τα νερά αναψυχής (γλυκό νερό, παράκτια και θαλάσσια) και τα ψάρια και τα οστρακοειδή. Αν και οι ευρωπαϊκές χώρες διαθέτουν ασφαλή δημοτικά αποθέματα πόσιμου νερού, εξακολουθούν να εμφανίζονται εστίες μολύνσεων που σχετίζονται με το νερό (περισσότερες από μία περιπτώσεις ασθένειας που συνδέονται με την ίδια πηγή). Τα δημόσια συστήματα πόσιμου νερού των Ηνωμένων Πολιτειών, παρέχουν επεξεργασμένο νερό στο 90% περίπου των Αμερικανών στους τόπους κατοικίας, εργασίας ή σχολείων τους. Ωστόσο, περίπου το 15% του πληθυσμού βασίζεται πλήρως ή εν μέρει σε μη επεξεργασμένα ιδιωτικά πηγάδια ή άλλες ιδιωτικές πηγές για το πόσιμο νερό του. Αυτές οι ιδιωτικές πηγές δεν ρυθμίζονται βάσει του νόμου περί ασφαλούς πόσιμου νερού. Η πλειονότητα των εστιών πόσιμου νερού στις Ηνωμένες Πολιτείες σχετίζεται με μη επεξεργασμένα ή ανεπαρκώς επεξεργασμένα υπόγεια ύδατα και ελλείψεις στο σύστημα διανομής. (ED 2013)

2.4 Παθογόνα και μολύνσεις από τοξίνες στα αποθέματα νερού

Μεταξύ 1948 και 1994, το 68% των κρουσμάτων υδατογενών ασθενειών στις Ηνωμένες Πολιτείες είχαν προηγηθεί από ακραία γεγονότα βροχοπτώσεων, και οι έντονες βροχοπτώσεις και οι πλημμύρες συνεχίζουν να αναφέρονται ως παράγοντες που συμβάλλουν σε πιο πρόσφατα κρούσματα σε πολλές περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών. Τα ακραία φαινόμενα βροχοπτώσεων

έχουν συνδεθεί στατιστικά με αυξημένα επίπεδα παθογόνων παραγόντων σε επεξεργασμένο πόσιμο νερό και σε αυξημένη επίπτωση των γαστρεντερικών ασθενειών στα παιδιά. Αυτή η εδραιωμένη σχέση υποδηλώνει ότι η ακραία βροχόπτωση είναι το κλειδί κλιματικός παράγοντας για την υδατογενή νόσο. Το ξέσπασμα στο Μίλγουόκι το 1993—το μεγαλύτερο τεκμηριωμένο ξέσπασμα υδατογενών νόσων στην ιστορία των ΗΠΑ, προκαλώντας περίπου 403.000 ασθένειες και περισσότερους από 50 θανάτους— είχε προηγηθεί το πιο έντονες βροχοπτώσεις των τελευταίων 50 ετών στις παρακείμενες λεκάνες απορροής. Διάφορα προβλήματα λειτουργίας της μονάδας επεξεργασίας ήταν επίσης βασικοί παράγοντες. Οι παρατηρήσεις στην Αγγλία και την Ουαλία δείχνουν επίσης ότι οι υδατογενείς εστίες ασθενειών είχαν προηγηθεί από εβδομάδες χαμηλών σωρευτικών βροχοπτώσεων και στη συνέχεια έντονες βροχοπτώσεις, γεγονός που υποδηλώνει ότι ξηρασία ή περίοδοι χαμηλών βροχοπτώσεων μπορεί επίσης να είναι σημαντικοί παράγοντες που σχετίζονται με το κλίμα. (Uejio 2014)

Μικρά κοινοτικά ή ιδιωτικά πηγάδια υπόγειων υδάτων ή άλλα συστήματα πόσιμου νερού όπου το νερό δεν έχει υποστεί επεξεργασία ή είναι ελάχιστα επεξεργασμένο είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στη μόλυνση μετά από ακραία γεγονότα βροχοπτώσεων. Για παράδειγμα, τον Μάιο του 2000, μετά από έντονες βροχοπτώσεις, ζωικά απόβλητα που περιείχαν *E. coli* O157:H7 και *Campylobacter* μεταφέρθηκαν ως απορροή σε ένα πηγάδι που χρησίμευε ως η κύρια πηγή πόσιμου νερού για την πόλη Walkerton, Οντάριο, Καναδάς, με αποτέλεσμα 2.300 ασθένειες και 7 θάνατοι. Οι υψηλές βροχοπτώσεις ήταν ένας σημαντικός καταλύτης για το ξέσπασμα, αν και οι μη κλιματικοί παράγοντες, όπως επίσης και οι υποδομές, προβλήματα λειτουργίας και συντήρησης και έλλειψη επικοινωνίας μεταξύ του προσωπικού των υπηρεσιών κοινής ωφελείας και των τοπικών φορέων υγείας.

Ομοίως, τα ακραία φαινόμενα βροχόπτωσης και οι επακόλουθες αυξήσεις της απορροής είναι βασικοί κλιματικοί παράγοντες που αυξάνουν τη φόρτωση θρεπτικών ουσιών στις πηγές πόσιμου νερού, γεγονός που με τη σειρά του αυξάνει την πιθανότητα επιβλαβών κυανοβακτηρίων που παράγουν τοξίνες από φύκια. Η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ έχει θεσπίσει υγειονομικές συμβουλές για δύο τοξίνες φυκιών (μικροκυστίνες και κυλινδροσπερμωψίνη) στο πόσιμο νερό. Οι λίμνες και οι δεξαμενές που χρησιμεύουν ως πηγές πόσιμου νερού για 30 εκατομμύρια έως 48 εκατομμύρια Αμερικανούς μπορεί να μολύνονται

περιοδικά από τοξίνες από φύκια. Ορισμένες διαδικασίες επεξεργασίας πόσιμου νερού μπορούν να αφαιρέσουν τις τοξίνες κυανοβακτηρίων. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα των διαδικασιών θεραπείας μπορεί να κυμαίνεται από 60% έως 99,9%. Η αναποτελεσματική επεξεργασία θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο την ποιότητα του νερού και μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή διακοπή της επεξεργασίας ή διακοπή λειτουργίας της μονάδας επεξεργασίας. Ένα τέτοιο γεγονός συνέβη στο Τολέδο του Οχάιο, τον Αύγουστο του 2014, όταν σχεδόν 500.000 κάτοικοι της τέταρτης μεγαλύτερης πόλης της πολιτείας έχασαν την πρόσβαση στο πόσιμο νερό τους, αφού οι δοκιμές αποκάλυψαν την παρουσία τοξινών από μια άνθιση κυανοβακτηρίων στη λίμνη Έρι κοντά στην πρόσληψη νερού. (Uejio 2014)

3. Ψυχική υγεία και ευεξία

Οι επιπτώσεις της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής στην ψυχική υγεία και την ευημερία αποτελούν ένα αναπόσπαστο κομμάτι των συνολικών επιπτώσεων που σχετίζονται με το κλίμα στην ανθρώπινη υγεία. Οι συνέπειες στην ψυχική υγεία κυμαίνονται από ελάχιστα συμπτώματα άγχους και αγωνίας έως κλινικές διαταραχές, όπως άγχος, κατάθλιψη, μετατραυματικό στρες και αυτοκτονία. Άλλες συνέπειες δύναται να περιλαμβάνουν επιπτώσεις στην καθημερινή ζωή, τις αντιλήψεις και τις εμπειρίες ατόμων και ολόκληρων κοινοτήτων που προσπαθούν να κατανοήσουν και να δράσουν κατάλληλα στην κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της. (USGCRP 2016) Οι συνέπειες της ψυχικής υγείας και της ευημερίας σπάνια συμβαίνουν μεμονωμένα, αλλά συχνά αλληλεπιδρούν με άλλους κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς στρεσογόνους παράγοντες. Η διαδραστική και σωρευτική φύση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην υγεία, την ψυχική υγεία και την ευημερία είναι κρίσιμοι παράγοντες για την κατανόηση των συνολικών συνεπειών της κλιματικής αλλαγής στην ανθρώπινη υγεία και δεν πρέπει να προσπερνάται. (Dodgen n.d.)

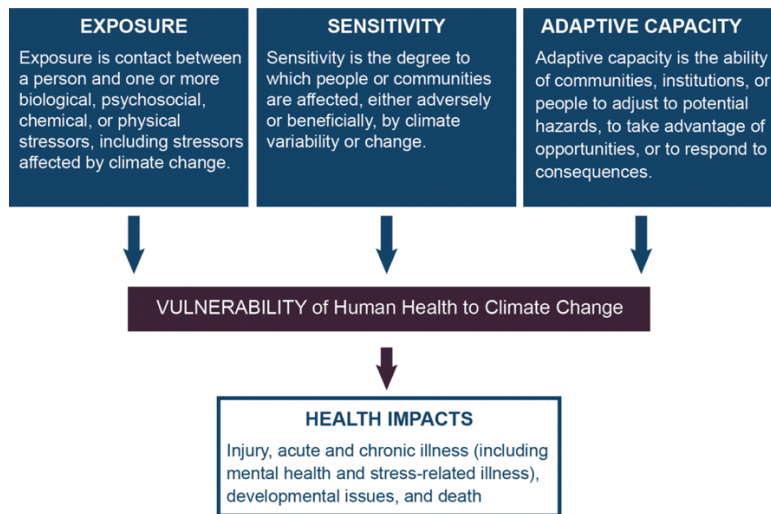
4. Ευάλωτες ομάδες και συμπεριφορές κατά την κλιματική αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή έχει ήδη προκαλέσει, και φαίνεται να συνεχίζει να προκαλεί, μια σειρά επιπτώσεων στην υγεία που ποικίλλουν μεταξύ διαφορετικών πληθυσμιακών ομάδων. Η ευπάθεια της εκάστοτε ομάδας είναι συνάρτηση της ευαισθησίας της στους κινδύνους υγείας που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, της έκθεσής της σε αυτούς τους κινδύνους και της ικανότητάς της να ανταποκρίνεται και να αντιμετωπίζει την κλιματική μεταβλητότητα αναλόγως. Οι ευάλωτες ομάδες ανθρώπων, που περιγράφονται και ως πληθυσμοί ανησυχίας, περιλαμβάνουν άτομα με χαμηλό εισόδημα, ορισμένες έγχρωμες κοινότητες, ομάδες μεταναστών (συμπεριλαμβανομένων εκείνων με χαμηλό μορφωτικό επίπεδο και έλλειψη γνώσης της αγγλικής γλώσσας), αυτόχθονες πληθυσμούς, παιδιά και έγκυες γυναίκες, ηλικιωμένους, ευάλωτες επαγγελματικές ομάδες, άτομα με αναπηρίες και άτομα με προϋπάρχουσες ή χρόνιες παθήσεις. Οι χαρακτηρισμοί της ευπάθειας θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τον τρόπο με τον οποίο οι πληθυσμοί ανησυχίας αντιμετωπίζουν δυσανάλογους, πολλαπλούς και σύνθετους κινδύνους για την υγεία και την ευημερία τους ως απάντηση στην κλιματική αλλαγή. (Balbus, Crimmins and Gamble 2016) (USGCRP 2016)

Σύμφωνα με τις προβλέψεις, οι σημαντικότερες επιπτώσεις για την υγεία από τη μελλοντική κλιματική αλλαγή, ειδικότερα για τις ευάλωτες ομάδες θα είναι:

1. Αύξηση της θνησιμότητας (θάνατοι) και της νοσηρότητας (ασθένειες) που συνδέονται με τον καύσωνα το καλοκαίρι.
2. Μείωση της θνησιμότητας (θάνατοι) και νοσηρότητας (ασθένειες) που συνδέονται με το ψύχος τον χειμώνα.
3. Αύξηση του κινδύνου ατυχημάτων και των επιπτώσεων στη γενικότερη ευημερία από ακραία καιρικά φαινόμενα (πλημμύρες, πυρκαγιές και καταιγίδες).
4. Αλλαγές στον αντίκτυπο νοσημάτων που μεταδίδονται με διαβιβαστές ή από τρωκτικά ή στον αντίκτυπο υδατογενών ή τροφιμογενών νοσημάτων.
5. Αλλαγές στην εποχική κατανομή ορισμένων αλλεργιογόνων ειδών γύρης, στο εύρος των ιών, στην κατανομή επιβλαβών οργανισμών και ασθενειών.
6. Αναδυόμενες και επανεμφανιζόμενες ασθένειες των ζώων που αυξάνουν τις προκλήσεις για την υγεία των ζώων και του ανθρώπου στην Ευρώπη, λόγω των ιογενών ζωνοόσων και των νόσων που μεταδίδονται με διαβιβαστές.

7. Αναδυόμενοι και επανεμφανιζόμενοι επιβλαβείς για τα φυτά οργανισμοί (έντομα, παθογόνοι οργανισμοί και άλλοι επιβλαβείς οργανισμοί) και ασθένειες που επηρεάζουν τα δασικά συστήματα και τα συστήματα καλλιέργειών.
8. Κίνδυνοι σε σχέση με τη μεταβολή της ποιότητας του αέρα και το όζον. (European Commission 2022)

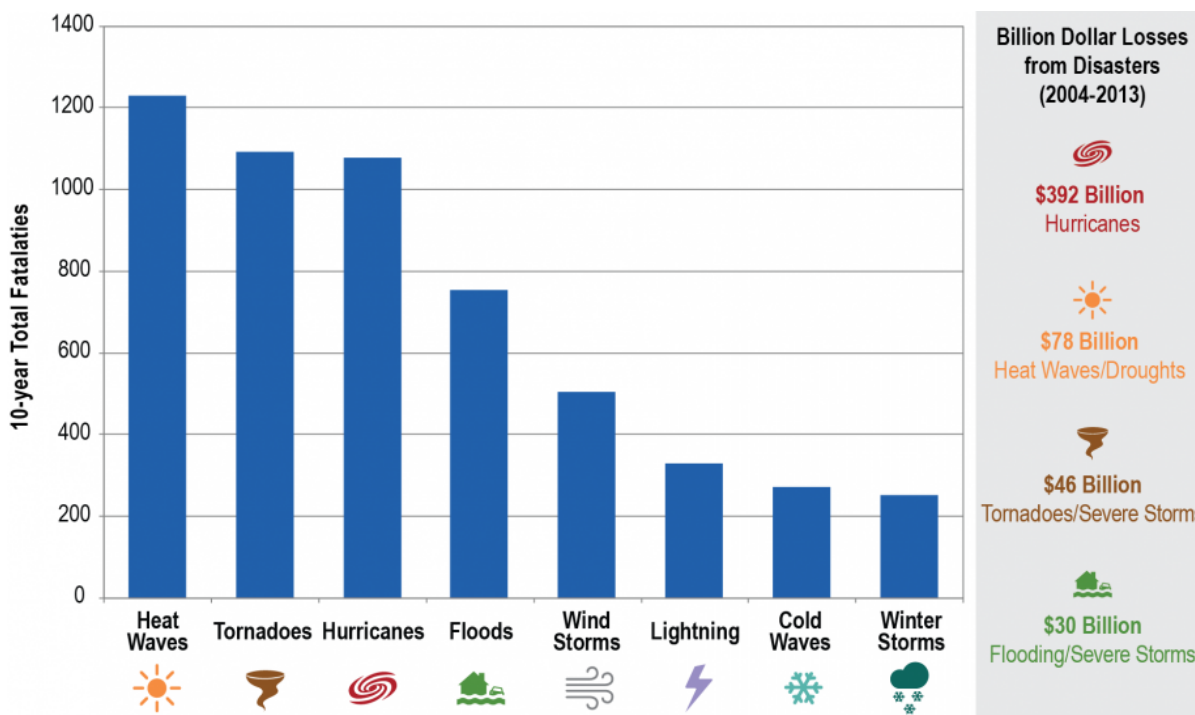


Εικόνα 8 Άθροισμα παραγόντων που οδηγούν στην τρωτότητα του ανθρώπου απέναντι στους κλιματικούς παράγοντες (U.S. Global Change Research Program 2016)

5. Μολυσματικές Ασθένειες

Η κλιματική αλλαγή θα ξεκινήσει σταδιακά να επηρεάζει, σε σημαντικά αρνητικό βαθμό, μερικές από τις πιο θεμελιώδεις προϋποθέσεις για την καλή υγεία όπως: την ποιότητα του αέρα, το νερό, τα τρόφιμα, τόσο σε επάρκεια όσο και σε ποιότητα, την εύρεση καταλυμάτων και τη γενική διατήρηση της ανθρώπινης υγείας. Η κλιματική αλλαγή τώρα συμβαίνει γρηγορότερα από ποτέ άλλοτε στην ιστορία του ανθρώπινου πολιτισμού, και πολλές από τις επιπτώσεις αυτής της αλλαγής θα είναι ιδιαίτερος και πρωτοφανώς αισθητές στην υγεία. Οι σοβαρότεροι κίνδυνοι αφορούν κυρίως τα αναπτυσσόμενα κράτη, με αρνητικές επιπτώσεις για την επίτευξη των σχετιζομένων με την υγεία «Αναπτυξιακών Στόχων της Χιλιετίας» του δικαιώματος όλων των ανθρώπων στην υγεία.

Οι ακραίες ατμοσφαιρικές θερμοκρασίες και η μόλυνση της ατμόσφαιρας γενικότερα έχουν αποδειχθεί επικίνδυνες για την υγεία. Οι καύσωνες συμβάλλουν σημαντικά και άμεσα στους θανάτους από καρδιαγγειακά και αναπνευστικά νοσήματα, ιδιαίτερα μεταξύ των των μεγαλύτερων ηλικιακών ομάδων. Οι υψηλές θερμοκρασίες αυξάνουν επιπλέον τα επίπεδα του όζοντος και άλλων ατμοσφαιρικών ρύπων που επιδεινώνουν τις καρδιαγγειακές και αναπνευστικές παθήσεις καθώς συμβάλλουν επίσης και στην αύξηση της γύρης και άλλων αεροαλλεργιογόνων που πυροδοτούν τις κρίσεις άσθματος.

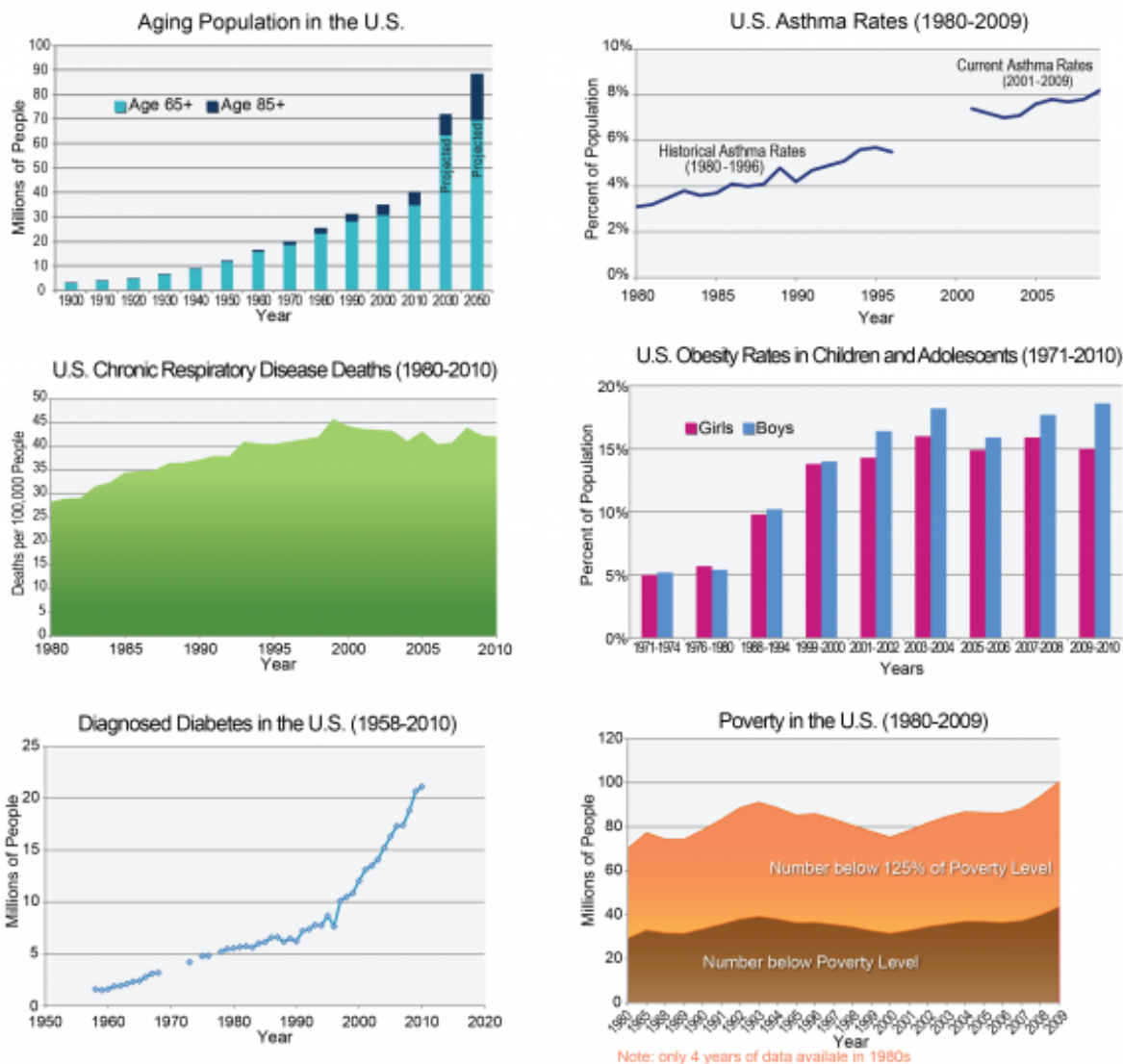


Εικόνα 9: Πλήθος επιδράσεων ΚΚ ανά φαινόμενο (U.S. Global Change Research Program 2016)

Οι υψηλές θερμοκρασίες φαίνεται επιπλέον να επισπεύδουν τα ποσοστά εξάτμισης των επιφανειακών υδάτων και να λιώνουν τους παγετώνες που παρέχουν πόσιμο νερό για πολλές πληθυσμιακές ομάδες. Η έλλειψη φρέσκου-πόσιμου νερού θέτει σε κίνδυνο την υγιεινή, αυξάνοντας έτσι τα ποσοστά διαρροϊκής νόσου. Σε ακραίες περιπτώσεις, η λειψυδρία έχει ως απόρροια την ξηρασία και την πείνα. Μεγάλη ποσότητα νερού, με τη μορφή των πλημμυρών, δύναται να προκαλέσει μόλυνση του αποθέματος του γλυκού νερού και να δημιουργήσει τις κατάλληλες συνθήκες για την μετάδοση νοσημάτων μέσω διαβιβαστών, όπως είναι τα κουνούπια. (ΕΟΔΥ 2019)

Κατά την διάρκεια σχετικής ενημέρωσης από το Ταμείο στην Ένωση Ανταποκριτών του ΟΗΕ τονίστηκε πως τα δεδομένα είναι αρκετά ανησυχητικά. Οι εν δυνάμει απειλές όμως δεν σταματούν εδώ καθώς δεν παύουν να περιλαμβάνουν και την εξάπλωση της φυματίωσης στα πλαίσια του αυξανόμενου αριθμού εκτοπισμένων παγκοσμίως. Η φυματίωση είναι μια ασθένεια που αναπτύσσεται όταν άνθρωποι να συγκεντρωθούν σε περιορισμένο τόπο, με ανεπαρκή τροφή και σε ακατάλληλα καταλύματα. Όσο περισσότερο παρατηρείται εκτοπισμός πληθυσμών εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, τόσο περισσότερο εκτιμάται πως αυτό θα μεταφραστεί σε συνθήκες που θα καταστήσουν αυτή την ασθένεια, το λιγότερο, πιο πιθανή. Συνδυαστικά η διατροφική ανασφάλεια θα έρθει να καταστήσει τους ανθρώπους ακόμα πιο ευάλωτους στις ασθένειες. Με βάση το Ταμείο Καταπολέμησης του AIDS, της φυματίωσης και ελονοσίας το 2022 οι πιο φτωχικές κοινότητες του κόσμου υπέστησαν σοβαρότερα πλήγματα από την φυματίωση, τον HIV και την ελονοσία παρά από τον COVID-19. (CNN Greece 2022)

Elements of Vulnerability to Climate Change



Εικόνα 10: Ρυθμός θνησιμότητας ανά αντίκτυπο κλιματικής αλλαγής (CDC, και συν. χ.χ.)

5.1 Η μετανάστευση των ζώων και η συμβολή στην μετάδοση ασθενειών

Οι υψηλές θερμοκρασίες αναγκάζουν τα ζώα να μεταναστεύουν σε νέους βιότοπους, μερικές φορές με καταστροφικές συνέπειες για τα οικοσυστήματα. Τα κουνούπια που μεταδίδουν

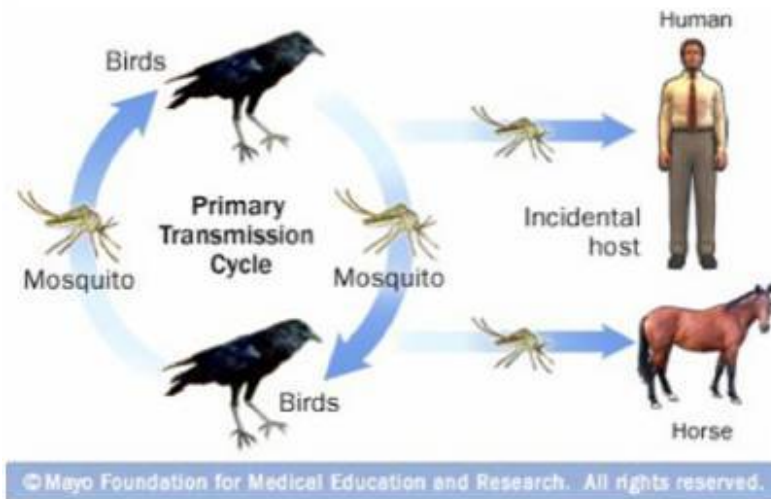
ελονοσία στην υποσαχάρια Αφρική έχουν μετακινηθεί σε υψηλότερα υψόμετρα κατά περίπου 6,5 μέτρα ετησίως και μακριά από τον Ισημερινό κατά 4,7 χιλιόμετρα ετησίως τον περασμένο αιώνα. Αυτός ο ρυθμός έχει προκύψει από την κλιματική αλλαγή και μπορεί να εξηγήσει γιατί το φάσμα της ελονοσίας έχει επεκταθεί τις τελευταίες δεκαετίες. Τα αποτελέσματα έχουν σοβαρές επιπτώσεις για τις χώρες που δεν είναι έτοιμες να αντιμετωπίσουν την ασθένεια αυτή. Τα θερμότερα κλίματα επιλέγονται από τα κουνούπια επειδή αυτά, και τα παράσιτα που μεταφέρουν, αναπαράγονται ταχύτερα σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Οι νυχτερίδες είναι επίσης σε κίνηση και μαζί τους και οι ασθένειες που μεταδίδουν, όπως η λύσσα. Όσον αφορά την υγεία των ανθρώπων, το άσθμα θα επιδεινωθεί, οι θάνατοι που σχετίζονται με τη ζέστη θα αυξηθούν και ο αριθμός και το εύρος μετανάστευσης των εντόμων που μεταφέρουν ασθένειες στις τροπικές περιοχές θα αυξηθούν. (Tavernise 2015) (Mandavilli 2023)

Με βάση δεδομένων του Ταμείου Καταπολέμησης του AIDS, της φυματίωσης και ελονοσίας και τις δηλώσεις του διευθυντή Πίτερ Σαντς, το 2022 το Ταμείο έγινε μάρτυρας της « ραγδαίας κλιμάκωσης των επιπτώσεων » της κλιματικής αλλαγής. Πιο συγκεκριμένα με βάση τα πορίσματα τους τονίζεται πως η κλιματική αλλαγή θα καταλήξει να σκοτώνει ανθρώπους μέσω του τρόπου με τον οποίο επηρεάζει τις μολυσματικές ασθένειες. Παραδειγματικά ορισμένες περιοχές της Αφρικής που δεν πλήττονταν έως τώρα από την ελονοσία πλέον κινδυνεύουν άμεσα διότι η θερμοκρασία αυξάνεται σημαντικά και ευνοεί την εξάπλωση των κουνουπιών.

Πιο συγκεκριμένα, τα νοσήματα που μεταδίδονται με κουνούπια είναι τα εξής :

5.1.2 Ιός του Δυτικού Νείλου (West Niles Virus – WNV).

Τα περιστατικά του ιού αυτού παρουσίασαν αύξηση στις εύκρατες Ευρωπαϊκές χώρες, της Βόρειας Αμερικής και της Βόρειας Αφρικής, αποτελώντας απειλή για τη δημόσια υγεία. Ο ιός του Δυτικού Νείλου μεταδίδεται μέσω τσιμπήματος από μολυσμένο κουνούπι. Το γεγονός μετάδοσης του ιού αυτού είναι η κλιματική αλλαγή καθώς τα μολυσμένα είδη αυτών των κουνουπιών μεταναστεύουν σε υψηλότερα υψόμετρα με χαμηλότερες θερμοκρασίες.



Εικόνα 11: Ο κύκλος μετάδοσης του Ιού του Δυτικού Νείλου (Αποστολόπουλος 2012)

Συγκεκριμένα, ο ιός αυτός μεταδίδεται μέσω των κουνουπιών του γένους *Culex*, *Cx. Piriens complex* και *Cx. Modestus*. Το *Cx. Piriens* αποτελεί συχνότερο φαινόμενο στην Ευρώπη, ενώ το *Cx. Modestus* συναντάται σε λίμνες και υδροβιότοπους στη Νότια και κεντρική Ευρώπη. Η κλιματική αλλαγή έχει βοηθήσει στην αύξηση της <<ποσότητας>> των κουπιών αυτών, και κατ' επέκταση του ιού του Δυτικού Νείλου. Η καταγραφή των κρουσμάτων παρουσιάζει αύξηση τους μήνες του καλοκαιριού λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας. (European Center of Disease Prevention and Control 2010)

5.1.3 Ελονοσία

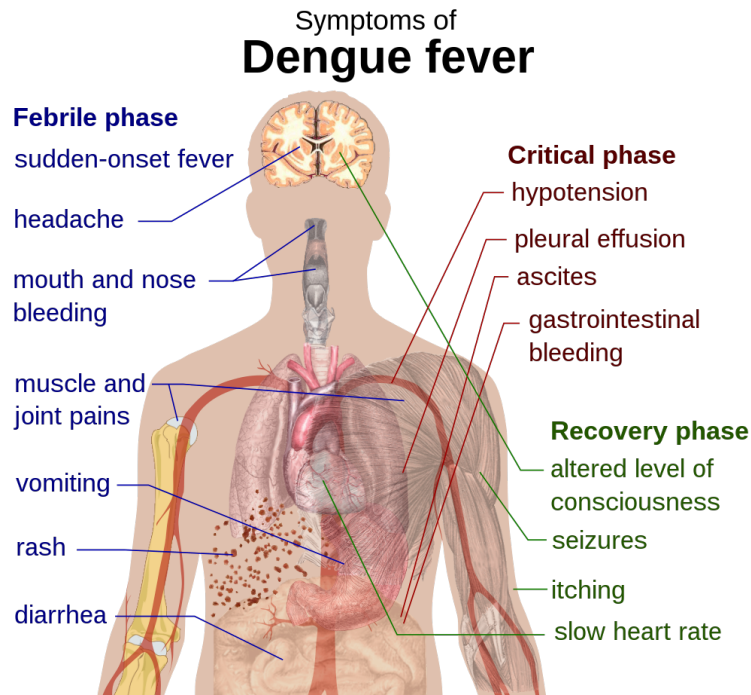
Η ελονοσία είναι μια αρρώστια που μεταδίδεται εξίσου λόγω των κουνουπιών. Η κλιματική αλλαγή παίζει εξίσου σημαντικό ρόλο στη συχνότητα εμφάνισης και τη γεωγραφική κατανομή της ελονοσίας, όπως επίσης φέρει διαφοροποιήσεις στο γεωγραφικό πλάτος και υψόμετρο όπου καταγράφονται τα κρούσματα. Η μετάδοση της ελονοσίας συνδέεται με την κλιματική αλλαγή εξίσου καθώς το ανωφελές κουνούπι που είναι υπεύθυνο επιζεί μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απ' ότι συνήθως. Από τα τελευταία στατιστικά δεδομένα φαίνεται πως η νόσος αυτή έχει εξαλείψει τη Νότιο Ευρώπη. Μεταδίδεται με το πλασμάδιο της ελονοσίας μέσω δείγματος μολυσμένου κουνουπιού του είδους *Anopheles*. Υπάρχουν 4 είδη πλασμοδίου (*P.falciparum*, *P.vivax*, *P.ovale* και *P.Malariae*) από τα οποία το επικρατές στην Ελλάδα είναι το *P.vivax*.

Συμπτώματά της είναι ο πυρετός με ρίγη, η εφίδρωση, η κεφαλαλγία, ναυτία, εμετός, διάρροια, ο βήχας, οι αρθραλγίες και το κοιλιακό άλγος. Η θεραπεία της ελονοσίας σχετίζεται με το είδος του πλασμοδίου, την αντιμικροβιακή αντοχή του και την κλινική εικόνα του ασθενούς. (Pickering, et al. 2006)

Ωστόσο, ακραία καιρικά φαινόμενα σε περιοχές της Αφρικής και της Ασίας συντέλεσαν στην επανεμφάνιση της αρρώστιας αυτής σε χώρες όπου η νόσος είχε εξαλειφθεί, λόγω της μετανάστευσης. Όσον αφορά την πολιτική που εφαρμόζεται για τις ενδημικές χώρες, τα μέτρα προφύλαξης αφορούν την καταπολέμηση των κουνουπιών κατά την περίοδο αναπαραγωγής με προγράμματα κουνουποκτονιών. Σημαντικό παράγοντα αποτελεί το γεγονός ότι οι κουνουποκτονίες την αρχή της άνοιξης ώστε να υπάρξει καταπολέμηση των νυμφών, έτσι επιτυγχάνεται αποτελεσματικότερος περιορισμός του πληθυσμού των κουνουπιών κατά την περίοδο υψηλής δραστηριότητας (θερινοί μήνες). (Pickering, και συν. 2006) (ΕΟΔΥ 2019)

5.1.4 Δάγκειος Πυρετός.

Ο Δάγκειος πυρετός αποτελεί από τα πιο σημαντικά νοσήματα όπου μεταδίδονται με αβρoιούς στον άνθρωπο μέσω κουνουπιών του γένους Ae. Η ονομασία αυτή προκύπτει από τον όρο Aegypti, με βασικό χαρακτηριστικό την ικανότητα του να προσαρμόζεται στις περιβαλλοντικές συνθήκες των αστικών πόλεων. Οι επιπλοκές που μπορεί να προκαλέσει είναι ο Δάγκειος αιμορραγικός πυρετός και πυρετός shock, οι οποίοι αποτελούν την κυρίαρχη αιτία θανάτου στα παιδιά της Ασίας. Ιστορικά, το γένος των κουνουπιών αυτών εμφανίζεται σε πολλές χώρες της Ευρώπης, της Βόρειας Αφρικής και της Μεσογείου συμπεριλαμβανομένου της Πορτογαλίας και της Γαλλίας. (Pickering, και συν. 2006) (European Center of Disease Prevention and Control 2010)



Εικόνα 12: Συμπτώματα Δάγκειου πυρετού (Hägström 2022)

Καθώς υπεύθυνη είναι εξίσου η κλιματική αλλαγή, επιφέρει αξιοσημείωτες μεταβολές στην εμφάνιση του Δάγκειου πυρετού στις αστικές πόλεις καθώς η αύξηση της θερμοκρασίας επιμηκύνει και το χρονικό διάστημα μετάδοσης. Πιο συγκεκριμένα, για την Ελλάδα, έχει υποστηριχθεί πως η εμφάνιση της επιδημίας αυτής είναι εφικτή στην Αθήνα τους τελευταίους μήνες του καλοκαιριού αν ο ιός εισαχθεί στον πληθυσμό. (ΕΟΔΥ 2019) (Pickering, και συν. 2006)

5.1.5 Λεισμανίαση

Η λεισμανίαση εκδηλώνεται με δυο μορφές: τη σπλαχνική και τη δερματική. Κρούσματα δερματικής έχουν εμφανιστεί στη Γαλλία, Ιταλία, Ισπανία και σε χώρες της κεντρικής Ασίας. Η σπλαχνική λεισμανίαση ανήκει στα ανθρωποζωονόσα νοσήματα και ενδημεί στις χώρες που γύρω από τη Μεσόγειο. Η λεισμανίαση μεταδίδεται με σκνίπες που συναντώνται σε σχετικά ημίξηρες περιοχές. Οι σκνίπες είναι ευαίσθητες στο εντομοκτόνο DDT και ο πληθυσμός τους έχει μειωθεί δραματικά λόγω των προγραμμάτων ψεκασμού για τα κουνούπια στο πλαίσιο

εξάλειψης της ελονοσίας. Ωστόσο, ο περιορισμός της εφαρμογής αυτών των προγραμμάτων ευνόησε τον αναπαραγωγικό ρυθμό της σκνίπας. Οι βασικοί ξενιστές για τη λεισμανίαση είναι τα τρωκτικά, οι λύκοι και οι σκύλοι. Στις ενδημικές πόλεις τα μαύρα ποντίκια παρατηρούνται ως κύριοι υπαίτιοι για τη μετάδοση της λεισμανίασης. (European Center for Disease Prevention and control 2010)

Στην Ευρώπη υπάρχουν εξίσου δύο διαφορετικά είδη που προκαλούν λεισμανίαση. Το πρώτο συναντάται κυρίως στις Μεσογειακές χώρες (Γαλλία, Πορτογαλία, Ισπανία, Τυνησία και Τουρκία), ενώ το δεύτερο στη Κύπρο, την Ελλάδα και στη Μάλτα αλλά όχι στη Βόρειο Αφρική. Ο περιορισμός αναπαραγωγής του πληθυσμού τους αποδείχθηκε μη αποτελεσματικός στην Ευρώπη, ενώ η λεισμανίαση στους σκύλους αποτελεί μείζον πρόβλημα για τις κτηνιατρικές υπηρεσίες. Ωστόσο, η πληθυσμιακή κατανομή των δυο ειδών αυτών, παρουσιάζει ενδιαφέρουσες μεταβολές λόγω της **κλιματικής αλλαγής**. Για παράδειγμα, στην Ιταλία διαπιστώθηκε πως λόγω της κλιματικής αλλαγής αυξάνεται ο πληθυσμός του πρώτου είδους (Ph. Pernicious) και μειώνεται ο πληθυσμός του είδους δεύτερου (Ph. Perfiliewi). Επιπλέον, η άνοδος της θερμοκρασίας οδηγεί σε επιτάχυνση του ρυθμού ωρίμανσης και αναπαραγωγής των παρασίτων με αποτέλεσμα και την αύξηση του κινδύνου της μόλυνσης. (European Center for Disease Prevention and control 2010)

5.2 Νοσήματα που μεταδίδονται με κρότωνα

Οι κρότωνα είναι παράσιτα ικανά να μεταδώσουν πληθώρα μικροβίων στον άνθρωπο όπως ρικέτσιες και ιούς. Η γεωγραφική τους κατανομή είναι ανάλογη της βλάστησης της περιοχής και της παρουσία ικανών ξενιστών, κυρίως τρωκτικά και μεγάλα θηλαστικά όπως τα ελάφια. Οι κρότωνα επιβιώνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα και η δραστηριότητα τους αυξάνεται τους θερμότερους μήνες του έτους. Για την ευδοκίμηση της αναπαραγωγής και της μόλυνσης από κρότωνα απαιτούνται θερμοκρασίες πάνω από 5 και έως 80C με επαρκή ποσοστά υγρασίας ώστε να μην αφυδατώνονται τα ίδια και τα αυγά τους. (ΕΟΔΥ 2019)

Τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού που είναι ευάλωτα σε μολύνσεις από κρότωνα είναι άτομα που κατοικούν σε προάστια ή ασχολούνται με γεωργικές εργασίες. Επιπλέον, οι

κάτοικοι αστικών πόλεων μπορούν ακόμα εν δυνάμει να μολυνθούν από κρότωνες κατά την επίσκεψή τους σε πάρκα. Η πιθανή μόλυνση από κρότωνες είναι αδύνατο να προληφθεί μέσω της χρήσης εντομοκτόνων και του ελέγχου των ξενιστών. Ωστόσο, κάποια ενδεικτικά μέτρα πρόληψης αποτελούν ο έλεγχος της βλάστησης της εκάστοτε περιοχής και η ενημέρωση του πληθυσμού για τη προστασία τους από τους κρότωνες. (ΕΟΔΥ 2019)

5.3 Η νόσος του Lyme

Η νόσος του Lyme προκαλείται ύστερα από μόλυνση με την σπειροχαίτη *Borrelia burgdorferi*, η οποία μεταδίδεται με κρότωνες μέσω των κουνουπιών. Η νόσος του Lyme καταγράφεται σε εύκρατες χώρες της Αμερικής, Ευρώπης και Ασίας. Ο κύκλος μετάδοσης της νόσου του Lyme περιλαμβάνει θηλαστικά και είδη πτηνών. Η γεωγραφική κατανομή και ο αριθμός του πληθυσμού των κροτώνων εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες. Η αύξηση της θερμοκρασίας που παρατηρείται τελευταία τους χειμερινούς μήνες και η παράταση της άνοιξης και του καλοκαιριού προκαλεί την πυροδοτεί τη δραστηριότητα των κροτώνων και της ενδημικότητάς τους. (ΕΟΔΥ 2019)

5.4 Εγκεφαλίτιδα από κρότωνες

Η εγκεφαλίτιδα από κρότωνες απαντάται κυρίως στη νότια μεριά της Σκανδιναβίας αλλά και στη κεντρική και ανατολική Ευρώπη. Η εγκεφαλίτιδα αυτή προκαλείται κυρίως από δυο είδη φλαβοϊών: τον ιό της κεντρικής Ευρώπης και τον υπότυπο της Ασίας που εκδηλώνεται κυρίως τους θερμότερους μήνες του έτους. Ο άνθρωπος μολύνεται από τους ιούς αυτούς μέσω κρότωνων από μικρά τρωκτικά ζώα. Η συχνότητα της λοίμωξης είναι 1 στους 600 στις ενδημικές περιοχές και η θνησιμότητά της είναι περίπου 1%. Στο 10% των κρουσμάτων η έκβαση είναι η μόνιμη παράλυση. Το εμβόλιο για τη πρόληψη της εγκεφαλίτιδας από κρότωνες είναι ήδη διαθέσιμο, ενώ πρόγραμμα εμβολισμού εφαρμόζεται ενεργά και στη Σουηδία. (ΕΟΔΥ 2019)

Για την πρόληψη των αντίστοιχων νοσημάτων είναι κρίσιμη η λήψη ατομικών μέτρων προστασίας. Πρωταρχικά η ενημέρωση του πληθυσμού για τις πηγές απ' όπου προέρχονται οι κρότωνες (τρωκτικά, μεγάλα θηλαστικά, ελάφια) κρίνεται απαραίτητη ώστε να αποφεύγεται η επαφή με αυτά. Επιπρόσθετα, προτείνεται η χρήση εντομοαπωθητικών πυρεθρίνης για χρήση

πάνω από τα ρούχα, ενώ για επάλειψη στο δέρμα συνιστάται η χρήση εντομοαπωθητικών. (American Academy of Pediatrics 2003)

6. Φαγητό

Το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής και της κλιματικής κρίσης συμβάλλουν σε ένα μεγάλο βαθμό στη καλλιέργεια των φυτών, με επεκτάσεις στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων. Για παράδειγμα, οι υψηλές θερμοκρασίες που τροφοδοτούνται από την κλιματική αλλαγή αυξάνουν τον κίνδυνο εξάπλωσης φυτικών παθογόνων και παρασίτων σε νέα οικοσυστήματα. Το ίδιο συμβαίνει και με τα έντομα. Ενώ ορισμένα είδη εντόμων αποτελούν σημαντικές απειλές για τις γεωργικές καλλιέργειες, άλλα συμβάλλουν στην τόνωση της ανάπτυξης των φυτών. Επομένως, πολλά είδη φυτών και φρούτων θα εκλείψουν λόγω αυτών των απωλειών. Μια μελέτη του 2022 που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό *Environmental Health Perspectives* διαπίστωσε ότι η μείωση του πληθυσμού των εντόμων, που προκλήθηκε λόγω της κλιματικής αλλαγής και της επέκτασης της γεωργίας, οδήγησε σε ανεπαρκή επικονίαση, με αποτέλεσμα 3%-5% της παραγωγής φρούτων, λαχανικών και ξηρών καρπών να χαθεί παγκοσμίως. Οι ερευνητές συνέδεσαν επίσης τον αντίκτυπο της μείωσης των καλλιεργειών στην παραγωγή υγιεινών τροφίμων με περίπου 500.000 ετήσιους πρόωρους θανάτους που σχετίζονται με τη διατροφή. Μπορεί να μην είναι προφανές γιατί η υγεία των φυτών είναι ένας παράγοντας που συμβάλλει στην έλλειψη τροφίμων στις ανεπτυγμένες χώρες, αλλά όταν αυτά είναι άρρωστα, υπάρχει λιγότερη τροφή για εμπόριο, οπότε οι τιμές των τροφίμων αυξάνονται ανάλογα. (Horn-Muller 2023)

6.1 Κλιματική Κρίση και επισιτιστική κρίση

Το φαγητό είναι ένας απαραίτητος, αλλά σπάνιος, πόρος σε πολλά μέρη του κόσμου. Οι παγκόσμιες συγκρούσεις, η κλιματική αλλαγή και οι διακοπές του εφοδιασμού από τον COVID-19 έχουν επιδεινώσει το πρόβλημα. Οι ακραίες καιρικές συνθήκες είναι κινητήριοι δυνάμεις της παγκόσμιας πείνας.

Καθώς οι παγκόσμιες θερμοκρασίες και τα επίπεδα της θάλασσας αυξάνονται, το αποτέλεσμα είναι περισσότερα κύματα καύσωνα, ξηρασίες, πλημμύρες, κυκλώνες και πυρκαγιές. Αυτές οι συνθήκες δυσκολεύουν τους αγρότες να καλλιεργήσουν τροφή και τους πεινασμένους να το αποκτήσουν. Επιστημονικές μελέτες δείχνουν ότι τα ακραία καιρικά φαινόμενα πιθανότατα θα γίνουν πιο συχνά ή πιο έντονα λόγω της κλιματικής αλλαγής που προκαλείται από τον άνθρωπο. «Η κλιματική κρίση είναι μια κρίση φυσικών καταστροφών, πλημμύρων και καταιγίδων και καύσωνα», δήλωσε η εκπρόσωπος των ΗΠΑ στα Ηνωμένα Έθνη Λίντα Τόμας-Γκρίνφιλντ τον Αύγουστο. «Αλλά οδηγεί επίσης άμεσα σε κρίση επισιτιστικής ασφάλειας. Καθιστά πολύ πιο δύσκολο να ταΐζουμε τους ανθρώπους». Τα ακραία καιρικά φαινόμενα και οι συγκρούσεις είναι οι δύο κορυφαίοι παράγοντες αναγκαστικού εκτοπισμού παγκοσμίως, μαζί υπεύθυνοι για την οδήγηση σχεδόν 30 εκατομμυρίων ανθρώπων (PDF, 611 KB) από τα σπίτια τους ετησίως, όπως αναφέρει ο Λευκός Οίκος. (U.S. Embassy and Consulates in Italy 2022)

Η κλιματική αλλαγή που προκαλείται από τον άνθρωπο ενισχύει τις επιπτώσεις των φυσικών καιρικών φαινομένων, όπως η La Niña στον Ειρηνικό Ωκεανό. Κατά τη διάρκεια μιας εκδήλωσης La Niña, οι αλλαγές θερμοκρασίας στον Ειρηνικό Ωκεανό μπορεί να επηρεάσουν τα τροπικά μοτίβα βροχοπτώσεων από την Ινδονησία έως τη δυτική ακτή της Νότιας Αμερικής, εξηγεί η Εθνική Υπηρεσία Ωκεανών και Ατμόσφαιρας. Το Παγκόσμιο Πρόγραμμα Τροφίμων του ΟΗΕ (WFP) λέει ότι οι επαναλαμβανόμενες συνθήκες La Niña από τα τέλη του 2020 προκαλούν απώλειες καλλιεργειών και ζώων (PDF, 611 KB), ιδιαίτερα στην Ανατολική και Δυτική Αφρική, την Κεντρική Ασία και την Κεντρική Αμερική και την Καραϊβική. (U.S. Embassy and Consulates in Italy 2022)



Εικόνα 13 Γυναίκες μεταφέρουν καυσόξυλα δίπλα σε κουφάρι αγελάδας στην Κένυα (U.S. Embassy and Consulates in Italy 2022)

6.2 Το πλήγμα της Αφρικής

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα αναμένεται να γίνουν πιο συχνά και πιο έντονα στην Αφρική. Ακολουθούν ορισμένοι τρόποι με τους οποίους το κλίμα συμβάλλει στην επισιτιστική κρίση της Αφρικής :

1. Οι μέσες θερμοκρασίες αυξάνονται ταχύτερα στην Αφρική από ό,τι στον υπόλοιπο κόσμο.
2. Οι βροχοπτώσεις αυξάνονται στην Αφρική κατά 30% στις υγρές περιοχές και μειώνονται κατά 20% στις ξηρές περιοχές.
3. Το 95% των αγροτών της Αφρικής βασίζονται στις βροχοπτώσεις και δεν διαθέτουν συστήματα άρδευσης.

Πριν από το 1999, μια κακή περίοδος βροχών στην Αφρική εμφανιζόταν κάθε πέντε ή έξι χρόνια. Σήμερα, οι αγρότες παλεύουν με την έλλειψη βροχόπτωσης κάθε δύο ή τρία χρόνια, σύμφωνα με το Διεθνές Ινστιτούτο Ερευνών Ζώων. Σε ολόκληρη την Αφρική, η αγροτική παραγωγικότητα

έχει μειωθεί κατά 34% λόγω της κλιματικής αλλαγής, περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη περιοχή, αναφέρει ο ΟΗΕ. Το Κέρας της Αφρικής έχει πληγεί ιδιαίτερα. Η έλλειψη βροχής στην Αιθιοπία, την Κένυα και τη Σομαλία είναι η χειρότερη τα τελευταία τουλάχιστον 70 χρόνια. Τέσσερις διαδοχικές περιόδους βροχών απέτυχαν και η επόμενη αναμένεται να αποτύχει επίσης. Σχεδόν ο μισός πληθυσμός της Σομαλίας θεωρείται επισιτιστική ανασφάλεια. Οι ειδικοί προειδοποιούν ότι η πείνα θα μπορούσε να εμφανιστεί σε πολλές περιοχές φέτος χωρίς αύξηση της πρόσθετης ανθρωπιστικής βοήθειας. (U.S. Embassy and Consulates in Italy 2022) Αλλού στην Αφρική, η περιοχή Grand Sud της Μαδαγασκάρης, οι πιο νότιες επαρχίες του έθνους, κατέγραψε τη χειρότερη ξηρασία από το 1981 και τρία συνεχόμενα χρόνια φτωχών συγκομιδών, λέει το WFP. Η κλιματική αλλαγή απειλεί επίσης την αφρικανική θαλάσσια αλιεία και την αλιεία γλυκών υδάτων, στην οποία εκατομμύρια Αφρικανοί βασίζονται για τροφή. (The World Bank 2022)

“Χωρίς λύσεις, η πτώση των αποδόσεων των καλλιεργειών, ειδικά στις πιο επισιτιστικά επισφαλείς περιοχές του κόσμου, θα ωθήσει περισσότερους ανθρώπους στη φτώχεια – περίπου 43 εκατομμύρια άνθρωποι μόνο στην Αφρική θα μπορούσαν να πέσουν κάτω από το όριο της φτώχειας μέχρι το 2030 ως αποτέλεσμα.” (The World Bank 2022)

7. Η Διάβρωση του Ύπνου εξαιτίας της Κλιματικής Αλλαγής

Έχει παρατηρηθεί ότι μία αποπνικτική νύχτα λόγω ζέστης ή κρύου ή υγρασίας προκαλεί ένα άσχημο συναίσθημα με μία έντονη αίσθηση νοηλικότητας. Σύμφωνα με σχετικές μελέτες, η στέρηση ύπνου εντείνει τον κίνδυνο καρδιακών παθήσεων, καθώς και τις διαταραχές της διάθεσης, ενώ επιβραδύνει την ικανότητα της μάθησης. Αυτά, μάλιστα, είναι λίγα μόλις από τα δυσμενή αποτελέσματα, ενώ το κόστος τόσο σε προσωπικό, όσο και σε κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο είναι υψηλό. Έπειτα από έρευνα του Πανεπιστημίου της Κοπεγχάγης ανακαλύφθηκε ότι οι νυχτερινές θερμοκρασίες αυξάνονται λόγω της κλιματικής αλλαγής, μεταφέροντας τις ώρες ύπνου αργότερα και τις ώρες ξυπνήματος νωρίτερα, κοστίζοντας μας πολύτιμη νυχτερινή ανάπαυση. Πιο συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες στην εν λόγω μελέτη, που δημοσιεύτηκε στο One

Earth, φαίνεται να έχασαν την ανάπαυσή τους ακόμα και σε μέρη με φυσιολογικές για την εποχή θερμοκρασίες. Το γεγονός αυτό προμηνά ότι οι ετήσιες κακές μέρες ύπνου θα είναι περίπου μισός μήνας, δηλαδή 13- 15 ημέρες. Το διάστημα το οποίο προβλέπει η μελέτη αφορά μέχρι το τέλος του αιώνα. Ο Kelton Minor, επικεφαλής συγγραφέας της προαναφερθείσας μελέτης και ερευνητής στο Πανεπιστήμιο της Κοπεγχάγης υποστηρίζει ότι η απώλεια ύπνου λόγω της κλιματικής αλλαγής υπάρχει ήδη σε δεδομένο. Το δύστυχο εν προκειμένω είναι ότι η ουσιαστική καταστροφή που προκαλείται στην ανθρώπινη υγεία προκύπτει αθροιστικά από τέτοια μικρά κόστη κι όχι μόνο από ξηρασίες και πλημμύρες. Επιπτώσεις στην καθημερινότητα και κυρίως μεταβολές στις ανθρώπινες ανάγκες παρουσιάζει την επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην ανθρώπινη φύση του ατόμου, γεγονός που οιονεί μεταβολές σε μεταγενέστερο χρόνο στο ανθρώπινο είδος.

Ο Μίνιορ και οι συνάδελφοί του εξέτασαν δεδομένα που συλλέχθηκαν παγκοσμίως μεταξύ 2015 και 2017 από σχεδόν 50.000 ανιχνευτές δραστηριότητας με βραχιολάκια ανθρώπων. Οι ιχνηλάτες κατέγραψαν τότε αυτοί οι άνθρωποι αποκοιμήθηκαν, ξύπνησαν και πώς κοιμήθηκαν ενδιάμεσα. Αν και τα δεδομένα ήταν ανώνυμα, οι ερευνητές μπόρεσαν να αντιστοιχίσουν τις τοποθεσίες των ατόμων που κοιμούνται με δεδομένα για το κλίμα.

Αυτό επέτρεψε στους ερευνητές να συγκρίνουν τα δεδομένα ύπνου με τις τοπικές εξωτερικές θερμοκρασίες. Επειδή κοίταζαν συνεχείς καταγραφές μεμονωμένων ανθρώπων, μπορούσαν να δουν πώς κοιμόταν κάποιος μια δροσερή νύχτα του Ιουνίου σε σύγκριση με μια ζεστή λίγες μέρες αργότερα ή πώς αντέδρασε σε μια ασυνήθιστα ζεστή νύχτα του Φεβρουαρίου.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι άνθρωποι κοιμόντουσαν περισσότερο όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες ήταν κάτω από 10°C. Πάνω από αυτό το όριο, οι πιθανότητές τους να κοιμηθούν λιγότερο από επτά ώρες αυξήθηκαν πολύ. Πάνω από τους 25°C, οι απώλειες επιταχύνθηκαν. Όταν οι εξωτερικές νυχτερινές θερμοκρασίες ξεπέρασαν τους 30°C, οι άνθρωποι έχασαν κατά μέσο όρο περίπου 15 λεπτά τη νύχτα.

Καθώς αναφέρεται από την Sara Mednick, ερευνήτρια ύπνου στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια, Irvine «στην πραγματικότητα πολύ μεγάλη υπόθεση». Άλλες επιστημονικές μελέτες υποδεικνύουν ότι αυτά τα 15 λεπτά πιθανότατα προέρχονται από το πολύτιμο στάδιο του ύπνου «αργών κυμάτων». Κοιμόμαστε μόνο μια ώρα αυτού του είδους τη νύχτα, οπότε η αφαίρεση 15 λεπτών μειώνει ένα μεγάλο κομμάτι του χρόνου αποκατάστασης.

Οι κάτοικοι των χωρών χαμηλότερου και μεσαίου εισοδήματος υποφέρουν περίπου τρεις φορές περισσότερο από διαταραγμένο χρόνο ύπνου από εκείνους από χώρες υψηλού εισοδήματος, λόγω της λιγότερης πρόσβασης στον κλιματισμό.

«Αυτό απομακρύνει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής από το καταστροφικό και υπαρξιακό και δείχνει πώς μας επηρεάζει καθημερινά», αναφέρει ο Jamie Mullins, περιβαλλοντικός οικονομολόγος στο Πανεπιστήμιο της Μασαχουσέτης στο Amherst.

Τα σώματα των ανθρώπων φάνηκε να μην προσαρμόζονται, ωστόσο, πιο ανησυχητικό ήταν ένα άλλο εύρημα: τα σώματα των ανθρώπων δεν φαινόταν να προσαρμόζονται σε θερμότερες θερμοκρασίες ύπνου - ακόμα κι αν ζούσαν σε ζεστά κλίματα όλο το χρόνο ή ακόμα και αφού είχαν ζήσει ένα καλοκαίρι με έκθεση σε ζεστές νύχτες.

«Δεν βρίσκουμε στοιχεία ότι οι άνθρωποι προσαρμόζονται», αναφέρει ο Μινόρ, τουλάχιστον σε φυσιολογικό επίπεδο.

Αυτό είναι λογικό, εξηγεί, δεδομένου του πως ρυθμίζει το σώμα μας την εσωτερική του θερμοκρασία. Λίγοι βαθμοί διαφοράς μεταξύ ζεστού και κρύου είναι αρκετό ώστε τα όργανά μας να λειτουργούν λιγότερο καλά. Η θερμοκρασία του σώματος είναι ένας από τους κύριους ελέγχους στον ύπνο: Πριν από τον ύπνο, το αίμα διοχετεύεται προς τα άκρα μας, και χωρίς αυτή τη μετατόπιση, ο ύπνος είναι πολύ πιο δύσκολο να επέλθει.

Η αυστηρότητα αυτή για τον έλεγχο της θερμοκρασίας του σώματός μας, μας κάνει λιγότερο ευέλικτους απέναντι σε επιδείνωση των συνθηκών ύπνου.

Από την αύξηση των 1,1°C από το 1800 οι νύχτες έχουν ζεσταθεί περισσότερο από τις μέρες στα περισσότερα μέρη του κόσμου. Για παράδειγμα, στις ΗΠΑ, οι καλοκαιρινές νύχτες έχουν ζεσταθεί διπλάσια από τις καλοκαιρινές μέρες, αναφέρουν μελέτες.

«Παλαιότερα, οι νύχτες θα ήταν μια ευκαιρία να δροσιστεί το σώμα. Αλλά όταν [η ζέστη] είναι αυτός ο χρόνιος στρεσογόνος παράγοντας, το σώμα δεν μπορεί να κρυώσει και να ανακάμψει - αυτό είναι ένα βασικό στοιχείο που βλάπτει την υγεία των ανθρώπων», αναφέρει η Rupa Basu, εμπειρογνώμονας δημόσιας υγείας στο Γραφείο Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης Κινδύνων Υγείας της Καλιφόρνια.

Οι ερευνητές της Κοπεγχάγης υπολόγισαν ότι οι πιο ζεστές νύχτες κοστίζουν ήδη στον ύπνο περίπου 44 ώρες ανάπαυσης κάθε χρόνο. Αλλά καθώς ο πλανήτης θερμαίνεται περισσότερο, αυτό το κόστος θα αυξηθεί. Μέχρι το τέλος του αιώνα, οι άνθρωποι θα χάσουν 50 ώρες ετησίως εάν οι εκπομπές άνθρακα συνεχίσουν λίγο-πολύ στην τρέχουσα πορεία τους.

«Οι άνθρωποι είναι εξαιρετικά προσαρμοστικοί», λέει ο Minor. «Αλλά υπάρχουν πραγματικά φυσικά όρια στην προσαρμογή που πρέπει να προσέχουμε». Ο ζεστός ύπνος, δείχνει η ανάλυσή του, μπορεί να είναι ένα από αυτά.

Ο Jose Guillermo Cedeno Laurent, ερευνητής περιβαλλοντικής υγείας στο Χάρβαρντ και οι συνάδελφοί, του έκαναν ένα πείραμα στο Κολλέγιο κατά τη διάρκεια ενός καύσωνα το 2016. Οι μαθητές που κοιμόντουσαν σε νεότερους κοιτώνες με κλιματισμό τα πήγαν καλύτερα στα τεστ γνωστικής ικανότητας τις επόμενες ημέρες από εκείνους που ζούσαν σε παλαιότερα κτίρια «χτισμένα για άλλο κλίμα», αναφέρει ο Cedeno Laurent. Η μελέτη του επισημαίνει μια πιθανή λύση για τα ελλείμματα ύπνου που προκαλούνται από το κλίμα, δηλαδή, να αποκτηθεί πολύ περισσότερος εξοπλισμός κλιματισμού από όλους στον κόσμο. Ωστόσο, κάτι τέτοιο αποτελεί μια τεράστια οικονομική και περιβαλλοντική πρόκληση. Τα μηχανήματα AC καταναλώνουν πολύ ενέργεια, και επομένως χρήματα. Επίσης, το AC θερμαίνει το εξωτερικό περιβάλλον τόσο παγκοσμίως, επειδή το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων, όσο και τοπικά, επειδή η υπερβολική θερμότητα που απορροφάται από τα υπνοδωμάτια απορρίπτεται στον εξωτερικό αέρα. Έπειτα από την μελέτη του Cedeno Laurent, γίνεται κατανοητό πως οι σχέσεις μεταξύ της στέρησης ύπνου και της κακής υγείας, τόσο σωματικής όσο και ψυχικής, επισημαίνονται πολύ έντονα όπου δεν πρέπει να αγνοηθούν ζητήματα που μπορεί να τα επιδεινώσουν. (borunda 2022)

Γ' ΜΕΡΟΣ

Ανάπτυξη Νοσοκομειακής Τεχνολογίας

1. Εισαγωγή: Σχέση Μεταξύ Κλιματικής Αλλαγής και Νοσοκομειακής Τεχνολογίας

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μια κρίση η οποία φέρει καταστροφικές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων και όλων των ζωντανών οργανισμών. Η αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας προκαλεί ασθένειες από κύματα καύσωνα, ακραίες καιρικές συνθήκες, κακή ποιότητα αέρα, ασθένειες που μεταδίδονται από έντομα και άλλες απρόβλεπτες καταστάσεις. Η υγειονομική και ιατρική περίθαλψη συνδέεται με την κλιματική αλλαγή με τρόπο που δεν εκτιμάται πλήρως από πολλούς ηγέτες του πλανήτη. Τα δεδομένα της περίθαλψης αλλάζουν δραματικά λόγω των νέων τεχνολογικών εξελίξεων, από τα αναισθητικά και τα αντιβιοτικά έως τους σαρωτές μαγνητικής τομογραφίας και την ακτινοθεραπεία.

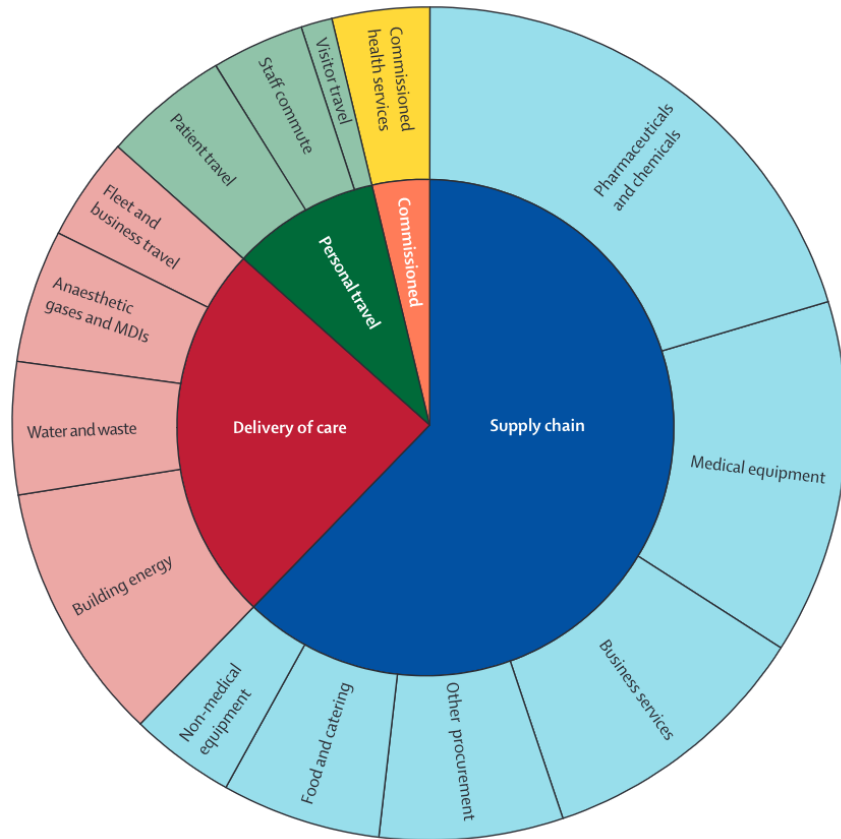
Το αποτέλεσμα της μη-εκτίμησης αυτών των δεδομένων είναι οι παροχές της περίθαλψης να αδυνατούν να καλύψουν τη θεραπεία των περισσότερων ασθενειών, και συγκεκριμένα, ασθενειών που σχετίζονται με την αλλαγή του κλίματος. Αυτές οι συνθήκες προκαλούν ένα επιτακτικό σκεπτικό για τα στελέχη της υγειονομικής και ιατρικής περίθαλψης ώστε να προσανατολίσουν τις προσπάθειες τους προς την απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές και να καταλύσουν τη δράση για το κλίμα. (Gerwig 2022)

2. Συμβολή του Τομέα Υγείας στο Ανθρακικό Αποτύπωμα.

Ενώ ο κόσμος ανταποκρίνεται στην έκτακτη ανάγκη για τη δημόσια υγεία COVID-19, η κλιματική αλλαγή, παραμένει μια μακροπρόθεσμη απειλή για την υγεία και την ευημερία των

πληθυσμών του πλανήτη, καθώς και η αυξανόμενη πίεση που ασκεί στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης απειλεί να υπονομεύσει τα κέρδη των τελευταίων 50 ετών της δημόσιας υγείας.

Ο τομέας της υγείας έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλει στο 4-5% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και η ανταπόκρισή του είναι καίριας σημασίας όχι μόνο για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, αλλά κυρίως για τη διασφάλιση της μεγιστοποίησης των οφελών για την υγεία. Έχουν σημειωθεί αρκετά παραδείγματα μετριασμού των εκπομπών στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης σε όλο τον κόσμο, με παρεμβάσεις που κυμαίνονται από επιτόπου έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή στρατηγικές προμήθειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα, έως ψηφιακό επανασχεδιασμό και αλλαγές στην κλινική πρακτική. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας και αρκετοί μη κυβερνητικοί οργανισμοί έχουν εργαστεί για να ενισχύσουν αυτές τις προσπάθειες, επιδιώκοντας να δημιουργήσουν βέλτιστες πρακτικές και να τραβήξουν ομάδες ενδιαφερομένων. Σύμφωνα με αυτόν τον στόχο, ερευνητές στην Αυστραλία, την Αυστρία, τον Καναδά, την Κίνα, την Ιαπωνία και τις ΗΠΑ έχουν εκτιμήσει το προφίλ εκπομπών των εθνικών συστημάτων υγείας της Αγγλίας και έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες σε πολλές χώρες από ερευνητικά ιδρύματα και μη κυβερνητικούς οργανισμούς. (Tennison, et al. 2021)



Εικόνα 14 : Συμβολή διαφορετικών τομέων στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου του NHS Αγγλίας, 2019. (Tennison, και συν. 2021)

3. Υγειονομική περίθαλψη και τεχνολογία

Η υγειονομική περίθαλψη σε ολόκληρο τον κόσμο αντιμετωπίζει έναν άνευ προηγουμένου αριθμό προκλήσεων. Μεταξύ των πιο πειστικών είναι ότι οι άνθρωποι ζουν περισσότερο και το σχετικό ποσοστό των ηλικιωμένων ασθενών αυξάνεται. Αν και είναι θετικό από πολλές απόψεις, τα συστήματα υγείας υφίστανται αυξανόμενη πίεση καθώς οι χώρες επεξεργάζονται πώς να φροντίσουν μεγαλύτερο αριθμό ατόμων με τις πιο περίπλοκες και απαιτητικές συνθήκες πόρων που αναπτύσσονται σε μεγαλύτερη ηλικία. Εν ολίγοις, η υγειονομική περίθαλψη γίνεται πιο περίπλοκη και υπάρχουν περισσότερα που πρέπει να παρέχονται. Ως αποτέλεσμα, το κόστος αυξάνεται. Αυτές είναι σημαντικές προκλήσεις που πρέπει να ξεπεραστούν, αλλά οι νέες τεχνολογίες προσφέρουν καινοτόμες λύσεις. Οι επενδύσεις στην ψηφιακή υγεία αυξάνονται με

ρυθμό, με την ετήσια χρηματοδότηση startup να αναμένεται να φτάσει τα 6,5 δισεκατομμύρια δολάρια φέτος, σύμφωνα με την εταιρεία συμβούλων Accenture. Αν και η βιομηχανία μερικές φορές δυσκολεύεται να εκπληρώσει την υπόσχεση της τεχνολογικής προόδου, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για την αξιοποίηση των δυνατοτήτων των ψηφιακών τεχνολογιών πληροφοριών, η καινοτομία στον τομέα της υγείας επιτέλους απογειώνεται, αξιοποιώντας τις προόδους στην τεχνητή νοημοσύνη και τα μεγάλα δεδομένα, τη ρομποτική, τη γονιδιωματική και τα υλικά. Σε συνδυασμό, αυτές οι ανακαλύψεις υπόσχονται να μειώσουν την επιβάρυνση των παρόχων και να κάνουν την παροχή υγείας πιο αποτελεσματική με χαμηλότερο κόστος, ενώ βελτιώνουν σημαντικά την ποιότητα της περίθαλψης. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης, για παράδειγμα, επιδεικνύουν την εγγύς μελλοντική δυνατότητα αυτοματοποίησης τεράστιων τμημάτων δαπανηρών και εντατικών πόρων ιατρικής απεικόνισης και διαγνωστικών εργασιών που απαιτούν επί του παρόντος υψηλά εκπαιδευμένους ανθρώπους γιατρούς, σε ειδικότητες όπως η ακτινολογία και η παθολογία μέχρι την οφθαλμολογία και τη δερματολογία. Οι ρομποχειρουργοί εξακολουθούν να αποτελούν αντικείμενο του μέλλοντος, αλλά η επαυξημένη πραγματικότητα και η εικονική πραγματικότητα μπορούν ήδη να βοηθήσουν τους γιατρούς στην εκπαίδευση ή την πρακτική άσκηση να παρέχουν ασφαλέστερη φροντίδα. (The Economist 2022)

Μακροπρόθεσμα, ωστόσο, μπορούμε να περιμένουμε μια ριζική επανεξέταση του τρόπου με τον οποίο παρέχεται η ίδια η υγειονομική περίθαλψη. Οι νέες τεχνολογικές δυνατότητες υποδεικνύουν ένα μέλλον όπου η παροχή υγειονομικής περίθαλψης είναι προληπτική και συνεχής, αντί να αντιδρά. Αυτό εκτείνεται σε ένα ευρύ φάσμα σταδίων υγειονομικής περίθαλψης, από επιλογές θεραπείας για άρρωστους μετά την ανάπτυξη των συνθηκών, έως τον εξοπλισμό για την καλύτερη διαχείριση και παρακολούθηση της υγείας μας σε εξατομικευμένη βάση. Αυτή είναι η περιοχή που η ιαπωνική γενική χημική εταιρεία Toray αποκαλεί «καινοτομία ζωής». Η Toray εργάζεται στον τομέα των υλικών και εξαρτημάτων για ιατροτεχνολογικά προϊόντα και αναπτύσσει προϊόντα που χρησιμοποιούν ίνες υψηλής απόδοσης και σύνθετα υλικά από ανθρακονήματα. Σε διάφορους τομείς της καθημερινής ζωής. Έχει παράγει προϊόντα υγειονομικής περίθαλψης που βελτιώνουν την ανθρώπινη υγεία και επιτυγχάνουν μεγαλύτερο προσδόκιμο ζωής. Οραματίζεται ένα μέλλον εξατομικευμένης και προληπτικής υγείας που ενεργοποιείται από δεδομένα που συλλέγονται με χρήση εξυπνότερων υλικών, μέσω συσκευών σε wearables και τεχνολογίας που

ενσωματώνεται στα ρούχα μας. «Η τεχνητή νοημοσύνη, το Internet of Things, η ρομποτική, όλα καθιστούν σημαντικές, διασπαστικές δυνάμεις στην υγεία. (Accenturate 2022)

Μέχρι το 2025, φθινοί, συνδεδεμένοι και φορητοί αισθητήρες θα καταγράφουν την υγεία των ασθενών στο σπίτι και εν κινήσει. Οι έξυπνες ζυγαριές μπορούν ήδη να ενημερώσουν εξ αποστάσεως τους γιατρούς άμεσα για τις διακυμάνσεις του βάρους του ασθενούς και οι αισθητήρες που χωρούν μέσα στα χάρτια μπορούν να αναφέρουν όταν τα λάβουν. Το επόμενο βήμα είναι τα έξυπνα ρούχα. Ήδη υπάρχοντα υλικά, για παράδειγμα, επικαλύπτουν ένα ύφασμα που χρησιμοποιεί νανοϊνες πολυεστέρα με ένα αγωγίμο πολυμερές που μπορεί να ανιχνεύσει αμυδρά βιοϊατρικά σήματα από το δέρμα. Ενώ αυτό κάθε αυτό δεν αποτελεί ιατρική συσκευή, η τεχνολογία προβλέπει ένα μέλλον όπου τέτοιες τεχνολογίες θα επιτρέπουν στους ασθενείς να καταγράφουν εξελιγμένες μετρήσεις χωρίς να φορούν υγρά ηλεκτρόδια (τζελ) που ερεθίζουν το δέρμα ή απαιτούν νοσηλεία. Οι ασθενείς μπορούν απλώς να φορέσουν ένα έξυπνο, καλωδιωμένο εσώρουχο, το οποίο τους δίνει την ελευθερία να ζουν κανονικές ζωές, ενώ παρακολουθούνται συνεχώς εάν χρειάζεται. Η παρακολούθηση τέτοιων μετρήσεων έχει πολλά οφέλη και μπορεί ακόμη και να αντικαταστήσει τα φάρμακα. Δεδομένου ότι τα συμπτώματα νευρολογικών διαταραχών όπως το Αλτσχάιμερ ή το Πάρκινσον είναι άμεσα εμφανή στα πρότυπα ομιλίας ή κινητικού ελέγχου, πολλοί ερευνητές εργάζονται χρησιμοποιώντας δεδομένα από φορητές συσκευές και smartphone για να μετρήσουν καθημερινές δραστηριότητες, όπως το περπάτημα και η ομιλία, για να προβλέψουν την εμφάνιση του Αλτσχάιμερ ή Πάρκινσον. (Accenturate 2022)

Οι πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο που συλλαμβάνονται συνεχώς μπορούν να ειδοποιήσουν περαιτέρω τους ιατρούς εάν υπάρχει ένα προειδοποιητικό σημάδι, όπως υψηλή αρτηριακή πίεση ή πρήξιμο ή ένας συνδυασμός παραγόντων που μπορεί να είναι ανεπαίσθητοι σε ένα άτομο, αλλά αναγνωρίζονται από έναν αλγόριθμο ως ενδεικτικό ενός πιθανού εγκεφαλικού, για παράδειγμα. (The Economist 2022)

Όταν συγκεντρωθούν, δέσμες δεδομένων σχετικά με τη συμπεριφορά των ασθενών—τα συμπτώματά τους και πώς ανταποκρίνονται σε ορισμένα μαθήματα φαρμακευτικής αγωγής—θα ανατροφοδοτήσουν τις βελτιώσεις στο σχεδιασμό της ιατρικής και των υπηρεσιών που μπορούν να ωφελήσουν όλους. Αυτό έχει βαθιές επιπτώσεις για την παγκόσμια υγεία, καθώς αποκτούμε

μια πιο λεπτομερή κατανόηση του πώς αναπτύσσονται οι συνθήκες και ποια συμπτώματα μπορεί να συνδέονται. Αυτό με τη σειρά του θα βοηθήσει τους επαγγελματίες υγείας να εντοπίσουν τις παθήσεις στα άτομα πριν αναπτυχθούν, κάτι που θα επιτρέψει στους γιατρούς να τις αντιμετωπίσουν νωρίτερα, με χαμηλότερο κόστος. Περισσότερα δεδομένα θα προσδιορίσουν επίσης τα φάρμακα και τις θεραπείες που δεν λειτουργούν τόσο αποτελεσματικά όσο διαφημίζονται. Ωστόσο, η διάδοση δεδομένων εγείρει ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια και το απόρρητο. Για να είναι καρποφόρα, τα δεδομένα πρέπει να διασταυρώνονται και να κοινοποιούνται ευρέως, αλλά οι πληροφορίες για την υγειονομική περίθαλψη είναι εξαιρετικά ευαίσθητες και η κακομεταχείριση μπορεί να έχει τρομερές συνέπειες. Νέα είδη δεδομένων ασθενών που προέρχονται από γονιδιωματική αλληλουχία και αισθητήρες που αποκαλύπτουν λεπτομέρειες για τη ζωή των ανθρώπων θα φέρουν ιδιαίτερες προκλήσεις. (TORAY 2022)

3.1 Ακριβής υγειονομική περίθαλψη

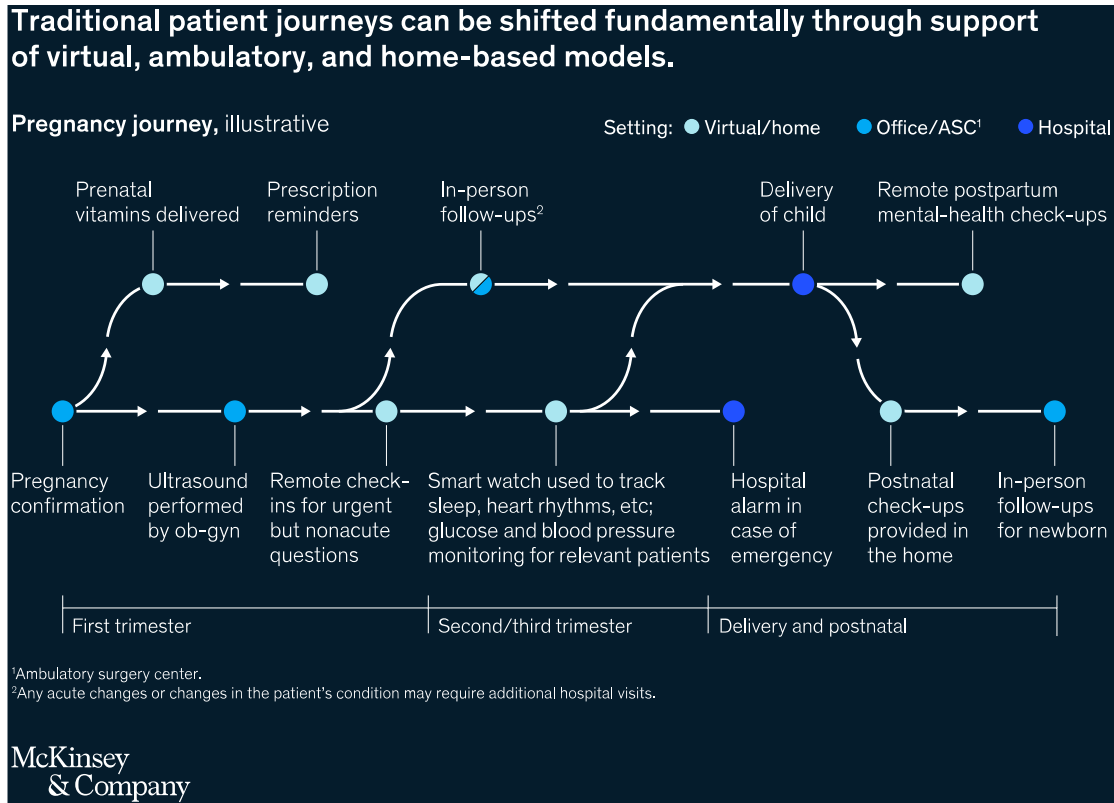
Ίσως η πιο μεταμορφωτική τάση στο μέλλον της υγειονομικής περίθαλψης είναι η υπόσχεση της ιατρικής ακριβείας. Κάθε ασθενής είναι μοναδικός: η θεραπεία πρέπει επίσης να είναι μοναδική. Όπως παρατήρησε ο Barack Obama κατά την έναρξη της πρωτοβουλίας Precision Medicine Initiative της κυβέρνησης των ΗΠΑ, μπορούμε ήδη να ταιριάζουμε μια μετάγγιση αίματος με έναν τύπο αίματος. Τι θα γινόταν όμως αν μπορούσατε να ταιριάζετε μια θεραπεία του καρκίνου με τον γενετικό κώδικα ενός ατόμου ή να καταλάβετε τη σωστή δόση του φαρμάκου μετρώντας απλώς μια θερμοκρασία; Η ταχέως αναδυόμενη ικανότητα υλοποίησης τέτοιων υποσχέσεων είναι το αποτέλεσμα καινοτομιών στη γονιδιωματική ιατρική και την επιστήμη των υπολογιστών, που επιτρέπονται από τα μεγάλα δεδομένα. Το DNA μπορεί να αναλυθεί ταχύτερα και πιο οικονομικά αποδοτικά από ποτέ, και να χρησιμοποιηθεί για την κατανόηση περισσότερων γενετικών δεικτών ασθένειας. Ταυτόχρονα, η υπολογιστική ισχύς μας επιτρέπει πλέον να διαχειριζόμαστε και να αναλύουμε τεράστιες ποσότητες δεδομένων, είτε μετρήσεις ασθενών από φορητές συσκευές είτε αλληλουχία γονιδιώματος, ενώ οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να επεξεργάζονται αυτά τα σύνολα δεδομένων για να δώσουν νέες πληροφορίες. (TORAY 2022)

Η Toray διαδραματίζει επίσης σημαντικό ρόλο εδώ και έχει επενδύσει σε τεχνολογία που έχει τη δυνατότητα να γίνει ένα από τα βασικά συστατικά των διαγνωστικών κιτ που παρέχουν έγκαιρη ανίχνευση του καρκίνου. Αυτά τα εξαιρετικά ευαίσθητα, μικροσκοπικά πλαστικά τσιπ - που ονομάζονται μικροσυστοιχίες - μπορούν να ανιχνεύσουν ολοκληρωμένα microRNA, τα οποία είναι ένας τύπος βραχέων νουκλεϊκών οξέων. Η τεχνολογία επιτρέπει στους ερευνητές να διερευνήσουν μια ολόκληρη γονιδιακή έκφραση ταυτόχρονα, αντί για μερικά γονίδια τη φορά, επιτρέποντας πολύ πιο γρήγορο προφίλ. Μελετώντας ποια γονίδια εκφράζονται κατά τη διάρκεια φυσιολογικών ή νοσηρών κυτταρικών διεργασιών, μπορούμε να δώσουμε πληροφορίες για το πώς λειτουργούν διάφορα γονίδια. Αυτή η νέα τεχνολογία επιτρέπει τη λήψη τέτοιων πληροφοριών από μια μικρή ποσότητα αίματος και βοηθά τους ερευνητές να εκτιμήσουν με ακρίβεια την πιθανότητα ένας ασθενής να έχει συγκεκριμένο καρκίνο. (TORAY 2022)

3.2 Υγειονομική φροντίδα στο σπίτι

Οι ευκαιρίες για φροντίδα στο σπίτι επεκτείνονται σε πρόσθετα προφίλ ασθενών και είδη φροντίδας. Πιο εμπορευματοποιημένες υπηρεσίες, όπως οι παραδοσιακές υπηρεσίες υγείας στο σπίτι και οι υπηρεσίες προσωπικής φροντίδας μετά την οξεία θεραπεία, εξακολουθούν να αποτελούν περίπου τα δύο τρίτα των εσόδων της αγοράς (75 έως 85 δισεκατομμύρια δολάρια το 2019). Ωστόσο, τα αναδυόμενα τμήματα κατ' οίκον φροντίδας, όπως οι εγχύσεις στο σπίτι, η κατ' οίκον αιμοκάθαρση, η πρωτοβάθμια φροντίδα κατ' οίκον και τα μοντέλα νοσοκομειακής φροντίδας στο σπίτι, αναπτύσσονται με ταχείς ρυθμούς. Αυτά τα ταχέως αναπτυσσόμενα τμήματα της αγοράς κατ' οίκον φροντίδας είναι πιο περίπλοκα και διαθέτουν τεχνολογία, και, σε πολλές περιπτώσεις, οι δυνατότητες κλιμάκωσής τους εξακολουθούν να αναπτύσσονται. Οι δυνατότητες φροντίδας στο σπίτι σήμερα ποικίλλουν σε πολυπλοκότητα, αλλά αναμένεται να αυξηθούν σημαντικά. Εκτιμούμε ότι τα επόμενα τρία χρόνια, οι δικαιούχοι του Medicare θα μπορούσαν να δουν τρεις έως τέσσερις φορές περισσότερη φροντίδα στα σπίτια τους, εάν οι δυνατότητες κατ' οίκον φροντίδας συνεχίσουν να εξελίσσονται σε βιώσιμες και σε κλίμακα προσφορές, που

αντιπροσωπεύουν έως και 265 δισεκατομμύρια δολάρια ή περισσότερα από τις δαπάνες του Medicare για τη φροντίδα παραδόθηκε στο σπίτι το 2025. (McKinsey 2022)



Εικόνα 15: Η πορεία της εγκυμοσύνης μέσα από τις δραστηριότητες από απόσταση (McKinsey 2022)

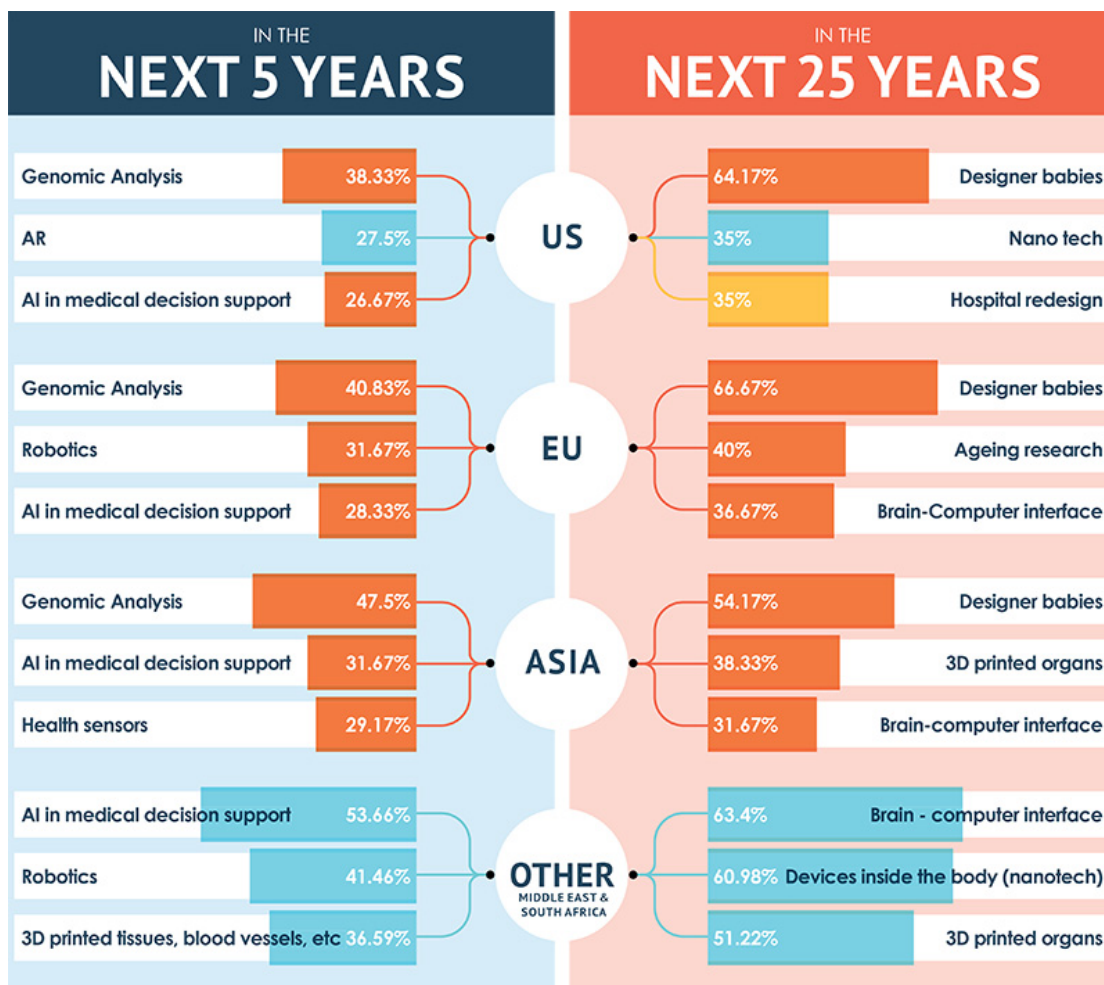
Η επέκταση των δυνατοτήτων περίθαλψης στο σπίτι μπορεί να προσελκύσει και πληθυσμούς ασθενών που δεν ανήκουν στο Medicare, και πολλές από αυτές τις υπηρεσίες που υποστηρίζουν την τεχνολογία μπορεί να υιοθετηθούν για πρώτη φορά από τεχνολογικούς ασθενείς. Για να δείξετε πώς ένα παραδοσιακό ταξίδι ασθενούς θα μπορούσε να αλλάξει θεμελιωδώς μέσω της υποστήριξης εικονικών, περιπατητών και μοντέλων που βασίζονται στο σπίτι, σκεφτείτε ένα ταξίδι φροντίδας εγκυμοσύνης (Εικόνα 15). Οι προγεννητικές συνταγές βιταμινών θα μπορούσαν να συμπληρωθούν ηλεκτρονικά και να ταχυδρομηθούν απευθείας στο σπίτι και οι εικονικές επισκέψεις θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν τις επισκέψεις στο γραφείο για πιο επείγουσες αλλά μη οξείες ερωτήσεις. Οι προσωπικοί έλεγχοι (τουλάχιστον ένας ανά τρίμηνο) για τον έλεγχο της εμβρυϊκής ανάπτυξης θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν στο σπίτι με τη χρήση φορητών υπερήχων. Δεδομένα από φορητές συσκευές και συσκευές οικιακής παρακολούθησης (για

παράδειγμα, συνεχείς συσκευές παρακολούθησης γλυκόζης για ασθενείς με διαβήτη κύησης ή έλεγχοι της αρτηριακής πίεσης στο σπίτι για όσους διατρέχουν κίνδυνο υπέρτασης κύησης) θα μπορούσαν να διαβιβαστούν στους παρόχους για πιο προληπτική παρακολούθηση, ειδικά για ασθενείς υψηλότερου κινδύνου. Οι επιλογές για τον τοκετό του παιδιού μπορούν να επεκταθούν ώστε να συμπεριλάβουν την κατ' οίκον παράδοση για ασθενείς χαμηλού κινδύνου που το αναζητούν, αλλά μόνο αφού προκύψει προσεκτική επιλογή (μέσω κλινικής αξιολόγησης και αξιολόγησης βάσει δεδομένων) και υπάρξουν ισχυρά απρόοπτα. Πιο συχνοί μεταγεννητικός έλεγχος θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν στο σπίτι από τον γιατρό ή άλλους επαγγελματίες (όπως ειδικός γαλουχίας, ντούλα ή ειδικός σε θέματα συμπεριφοράς). Η επιλογή του check-in κατ' οίκον μπορεί να διευκολύνει τη μετάβαση σε ασθενείς που έχουν γεννήσει και εξισορροπούν τη φροντίδα ενός νεογέννητου ενώ διαχειρίζονται τη δική τους υγεία. (Mckinsey 2022)

Αυτή η φιλική προς τον ασθενή πλατφόρμα, που διαχειρίζεται ένας κεντρικός πάροχος, θα μπορούσε να αυξήσει την πρόσβαση του ασθενούς και του μωρού της σε φροντίδα και υποστήριξη και να βοηθήσει τον ασθενή να διαχειρίζεται πιο ενεργά την υγεία της ίδιας και του μωρού της. (Mckinsey 2022)

3.3 Τεχνολογικές βλέψεις σε βάθος 25ετίας

Όπως πολλοί άλλοι τομείς, η υγειονομική περίθαλψη εισέρχεται σε μια περίοδο ραγδαίων αλλαγών. Η μακροζωία και η πρόοδος νέων τεχνολογιών και των ανακαλύψεων, καθώς και καινοτόμοι συνδυασμοί των ήδη υπάρχοντων, είναι μεταξύ των πολλών παραγόντων που προωθούν την ενδυνάμωση των ασθενών, η οποία αλλάζει θεμελιωδώς τον τρόπο πρόληψης, διάγνωσης και θεραπείας ευρύτερα. Κοιτάζοντας στο μέλλον, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ποιες δραματικές αλλαγές συμβαίνουν ήδη από σήμερα. Κάθε σημαντική ανακάλυψη και καινοτομία θα συνεχίσει με τη σειρά της να αναδιαμορφώνει τη δική μας κατανόηση και προσδοκίες για την καλύτερη υγειονομική περίθαλψη. (The Economist 2022)



Εικόνα 16 Ποσοστά πρόβλεψης ανάπτυξης ιατρικών τεχνολογιών ανά ήπειρο σε βάθος 5ετίας και 25ετίας (The Economist 2022)

3.4 Βάσεις δεδομένων και ιατρική τεχνολογία

Γενικά, οι νέες τεχνολογίες στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης έχουν προσθέσει κόστος, δεν το έχουν αφαιρέσει. Αλλά καθώς οι τεχνολογίες βελτιώνονται και γίνονται πιο χρήσιμες για να βοηθήσουν τις καινοτομίες στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης να κλιμακωθούν, αυτή η τάση μπορεί να αλλάξει. Εάν ο κλάδος παροχής υγειονομικής περίθαλψης μπορούσε να βασίζεται περισσότερο στα κέρδη παραγωγικότητας της εργασίας παρά στην επέκταση του εργατικού δυναμικού για να καλύψει την αύξηση της ζήτησης, έως το 2028 οι δαπάνες για την υγειονομική περίθαλψη θα μπορούσαν ενδεχομένως να είναι περίπου 280 έως 550 δισεκατομμύρια δολάρια λιγότερο από ό,τι υποδεικνύουν οι τρέχουσες προβλέψεις για τις τρέχουσες εθνικές δαπάνες για

την υγεία (NHE). Οι συνεχείς βελτιώσεις στις τεχνολογίες παροχής φροντίδας θα διαδραματίσουν αναμφίβολα σημαντικό ρόλο στη σύλληψη αυτών των κερδών παραγωγικότητας. (Mckinsey 2022)

Η τεχνολογία δίνει τη δυνατότητα της φροντίδας να είναι πιο εικονική, μέσω εξελίξεων σε τομείς όπως η απομακρυσμένη παρακολούθηση ασθενών. πιο στενά συνδεδεμένη με την αξία, καθιστώντας τα δεδομένα πιο διαθέσιμα στη ροή εργασίας τη στιγμή της συνάντησης με τον γιατρό. πιο εξατομικευμένο, με αναλυτικές πληροφορίες και γνώσεις για την παράδοση των σωστών μηνυμάτων στους σωστούς ασθενείς την κατάλληλη στιγμή. και παρέχεται πιο απρόσκοπτα, ενσωματώνοντας δυνατότητες και εμπειρίες σε όλη τη διαδρομή του ασθενούς. (Mckinsey 2022)

«Τα δεδομένα και τα αναλυτικά στοιχεία θα υποστηρίξουν ένα σύστημα υγειονομικής περίθαλψης στο οποίο είναι πιο επικερδές η πρόληψη ενός εγκεφαλικού παρά η θεραπεία ενός. Δεν είναι τυχαίο ότι αυτή τη στιγμή, μια ολόκληρη ομάδα διαταράξεων στη φροντίδα με βάση την αξία χρησιμοποιεί τεχνολογία και βασίζεται στην υποδομή δεδομένων που θέσαμε σε κίνηση πριν από δέκα χρόνια για να κλιμακώσουμε τα μοντέλα που βασίζονται στην αξία.» (Mostashari 2022)

3.5 Διαφάνεια Δεδομένων και λειτουργικότητα

Καθώς τίθενται σε ισχύ οι πρόσφατες κανονιστικές αλλαγές, αρχίζουμε να βλέπουμε το πρώτο κύμα δεδομένων και απαντήσεων του κλάδου. Τρία κύρια θέματα αναδύονται: διαφάνεια τιμών, διαλειτουργικότητα δεδομένων και πρόσβαση σε δεδομένα. Οι βελτιώσεις σχετικά με τη διαφάνεια των τιμών βρίσκονται στο ρυθμιστικό πρόγραμμα εδώ και χρόνια, αλλά σήμερα γίνονται επιτέλους διαθέσιμες οι πληροφορίες σχετικά με το ποσοστό διαπραγμάτευσης. Από τον Ιανουάριο του 2020, τα νοσοκομεία άρχισαν να δημοσιεύουν πληροφορίες σχετικά με τα ποσοστά - περίπου το 70 τοις εκατό των νοσοκομείων (με βάση μια ανασκόπηση της McKinsey από περίπου 320 παρόχους) έχουν δημοσιεύσει κάποια μορφή διαπραγματεύσιμης τιμής ανά πληρωτή. Το 2022, ένα άλλο κύμα πληροφοριών βάσει διαπραγματεύσεων θα είναι διαθέσιμο, αυτή τη φορά

από τους πληρωτές. Οι κανόνες διαλειτουργικότητας τέθηκαν σε ισχύ το 2021. Υπάρχουν απαγορεύσεις για τον αποκλεισμό δεδομένων μεταξύ παρόχων. Οι πληρωτές που ρυθμίζονται από το CMS πρέπει να διαθέτουν δεδομένα συναντήσεων και αξιώσεων στα μέλη μέσω δημόσιας πρόσβασης API. Επιπλέον, νέες απαιτήσεις για τους προμηθευτές ηλεκτρονικών αρχείων υγείας θα τεθούν σε ισχύ στο τέλος του 2022, διάθεση δομημένων δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων κλινικών στοιχείων, στους καταναλωτές. Τα τρίτα μέρη (συμπεριλαμβανομένων των πληρωτών, των παρόχων και των εταιρειών τεχνολογίας) θα μπορούν επίσης να έχουν πρόσβαση σε αυτά τα σύνολα δεδομένων, παρέχοντας σε αυτές τις ομάδες πρόσθετες πληροφορίες για να βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων. (McKinsey 2022)

4. Τεχνητή Νοημοσύνη στη Νοσοκομειακή Τεχνολογία

4.1 Εισαγωγή

Η τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence - AI) είναι ένας ταχέως αναπτυσσόμενος τομέας της επιστήμης ο οποίος χρησιμοποιεί υπολογιστές για την προσομοίωση της ανθρώπινης μάθησης, μνήμης, ανάλυσης, ακόμη και καινοτομίας, που συνήθως απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη. Η ιδέα της τεχνητής νοημοσύνης με εφαρμογή στη νοσοκομειακή τεχνολογία υπάρχει εδώ και πολύ καιρό. Ο Άλαν Τούρινγκ δημιούργησε για πρώτη φορά την τεχνητή νοημοσύνη σε ένα άρθρο του το 1950 «Υπολογιστική Μηχανή και Νοημοσύνη», στο οποίο εισήγαγε τις ιδέες της μηχανικής μάθησης, τους γενετικούς αλγόριθμους και την ενισχυτική μάθηση. (Hamet and Tremblay 2017)

Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, η τεχνολογία AI εφαρμόστηκε για πρώτη φορά ως σύστημα υποστήριξης ιατρικών διαγνωστικών αποφάσεων (Medical Diagnostic Discussion Support - MDDS). Ο R.A. Miller εξέτασε την πρόοδο των συστημάτων MDDS από το 1954 έως το 1993. (Miller 1994) Το 1961, οι Warner et al. ανέπτυξαν ένα πρωτοποριακό σύστημα MDDS που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στη διάγνωση συγγενών καρδιοπαθειών. (Warner, et al. 1961) Ένα από τα πρώτα πρακτικά χρησιμοποιούμενα συστήματα MDDS για κλινική διάγνωση

και ασκήσεις προσομοίωσης αναπτύχθηκε από τους de Dombal et al. στο Πανεπιστήμιο του Leeds, Ηνωμένο Βασίλειο, το 1969. (Dombal, Hartley and Sleeman 1969) (Horrocks, et al. 1972) Στις αρχές της δεκαετίας του 1970, ο Shortliffe ανέπτυξε ένα ειδικό σύστημα που ονομάζεται MYCIN το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τον εντοπισμό των οργανισμών που εμπλέκονται σε μολυσματικές ασθένειες και για να κάνει προτάσεις για τη χρήση αντιβιοτικών. (Shortliffe 1976) Μέχρι τη δεκαετία του 1990, αναπτύχθηκε ένας μεγάλος αριθμός συστημάτων MDDS, συμπεριλαμβανομένης της εσωτερικής, της ιατροδικαστικής, της κτηνιατρικής, της παθολογίας, της ακτινολογίας, της ψυχιατρικής κ.λπ. (Guo and Li 2018) Αν και η κλινική εργασία δεν μπορεί να αντικατασταθεί πλήρως από γιατρούς-ρομπότ τεχνητής νοημοσύνης στο άμεσο μέλλον, η ιατρική τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης θα διαδραματίσει τεράστιο ρόλο στα ηλεκτρονικά αρχεία υγείας (EHRs), στη διάγνωση, στην ανάπτυξη πρωτοκόλλου θεραπείας, στην παρακολούθηση και φροντίδα ασθενών, στην εξατομικευμένη ιατρική, στη ρομποτική χειρουργική και τη διαχείριση συστήματος υγείας.

4.2 Τεχνητή Νοημοσύνη στη Νοσοκομειακή Περίθαλψη

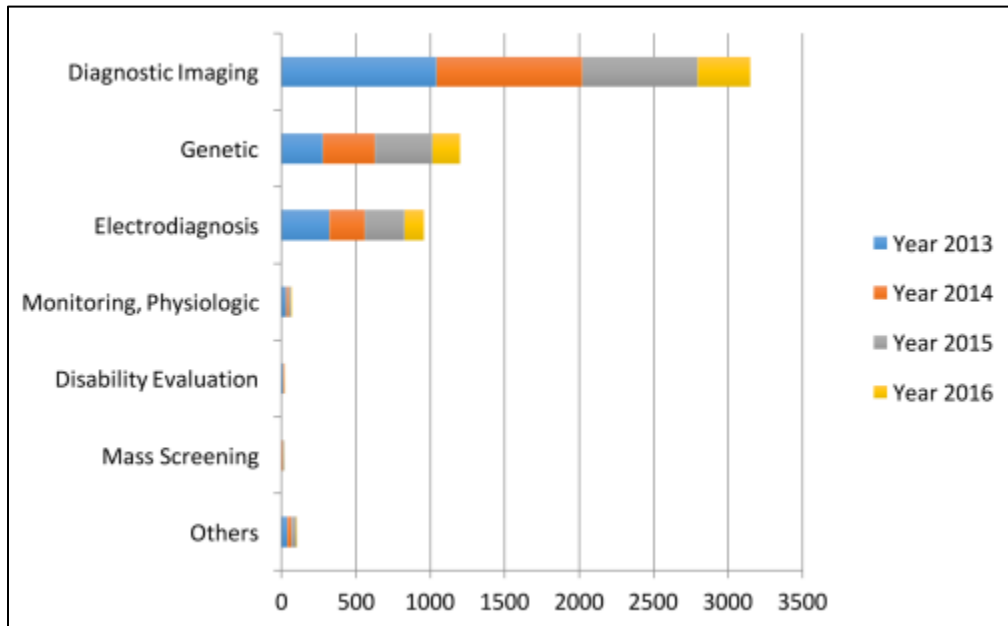
Η τεχνολογία της τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence - AI) στοχεύει στη μίμηση των ανθρώπινων λειτουργιών, προσπαθώντας να επιφέρει μια αλλαγή στην υγειονομική περίθαλψη, που τροφοδοτείται από την αυξανόμενη διαθεσιμότητα δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης και την ταχεία πρόοδο των τεχνικών ανάλυσης. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορους τύπους δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης (δομημένα και μη). Οι δημοφιλείς τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης περιλαμβάνουν μεθόδους μηχανικής εκμάθησης για δομημένα δεδομένα, όπως η κλασική μηχανική διανυσμάτων υποστήριξης και το νευρωνικό δίκτυο, η σύγχρονη βαθιά εκμάθηση, καθώς και η επεξεργασία φυσικής γλώσσας για μη δομημένα δεδομένα. Οι κύριοι τομείς ασθενειών που χρησιμοποιούν εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης περιλαμβάνουν τον καρκίνο, τη νευρολογία και την καρδιολογία. Στη συνέχεια εξετάζεται με περισσότερες λεπτομέρειες οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στο εγκεφαλικό επεισόδιο, στους τρεις κύριους τομείς της έγκαιρης ανίχνευσης και διάγνωσης, της θεραπείας, καθώς και της πρόβλεψης της έκβασης και της αξιολόγησης της πρόγνωσης.

Πρόσφατα, οι τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης έχουν βοηθήσει σημαντικά στην υγειονομική περίθαλψη, τροφοδοτώντας ακόμη και μια ενεργή συζήτηση για το εάν οι γιατροί της τεχνητής νοημοσύνης θα αντικαταστήσουν τελικά τους ανθρώπινους γιατρούς στο μέλλον. Πιστεύεται ότι οι ανθρώπινοι γιατροί δεν θα αντικατασταθούν από μηχανές στο άμεσο μέλλον, αλλά η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί σίγουρα να βοηθήσει τους γιατρούς να λάβουν καλύτερες κλινικές αποφάσεις ή ακόμη και να αντικαταστήσουν την ανθρώπινη κρίση σε ορισμένους λειτουργικούς τομείς της υγειονομικής περίθαλψης (π.χ. ακτινολογία). Η αυξανόμενη διαθεσιμότητα δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης και η ταχεία ανάπτυξη μεθόδων ανάλυσης μεγάλων δεδομένων κατέστησαν δυνατές τις πρόσφατες επιτυχημένες εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στην υγειονομική περίθαλψη. Καθοδηγούμενες από σχετικές κλινικές ερωτήσεις, ισχυρές τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να ξεκλειδώσουν κλινικά σχετικές πληροφορίες που κρύβονται στον τεράστιο όγκο δεδομένων, οι οποίες με τη σειρά τους μπορούν να βοηθήσουν στη λήψη κλινικών αποφάσεων.

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να χρησιμοποιήσει εξελιγμένους αλγόριθμους για να «μάθει» χαρακτηριστικά από έναν μεγάλο όγκο δεδομένων υγειονομικής περίθαλψης και στη συνέχεια να χρησιμοποιήσει τις αποκτηθείσες γνώσεις για να βοηθήσει την κλινική πρακτική. Μπορεί επίσης να εξοπλιστεί με ικανότητες μάθησης και αυτοδιόρθωσης για τη βελτίωση της ακρίβειάς του με βάση την ανατροφοδότηση. Ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να βοηθήσει τους γιατρούς παρέχοντας ενημερωμένες ιατρικές πληροφορίες από περιοδικά, σχολικά βιβλία και κλινικές πρακτικές για την ενημέρωση της σωστής φροντίδας των ασθενών. Επιπλέον, μπορεί να εξάγει χρήσιμες πληροφορίες από έναν μεγάλο πληθυσμό ασθενών για να βοηθήσει στην εξαγωγή συμπερασμάτων σε πραγματικό χρόνο για την προειδοποίηση κινδύνου για την υγεία και την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων για την υγεία.

Προτού τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορέσουν να αναπτυχθούν σε εφαρμογές υγειονομικής περίθαλψης, πρέπει να «εκπαιδευτούν» μέσω δεδομένων που παράγονται από κλινικές δραστηριότητες, όπως έλεγχος, διάγνωση, ανάθεση θεραπείας κλπ. Προκειμένου να μπορούν να μάθουν παρόμοιες ομάδες θεμάτων, συσχετίσεις μεταξύ θεματικά χαρακτηριστικά και αποτελέσματα ενδιαφέροντος. Αυτά τα κλινικά δεδομένα υπάρχουν με τη μορφή

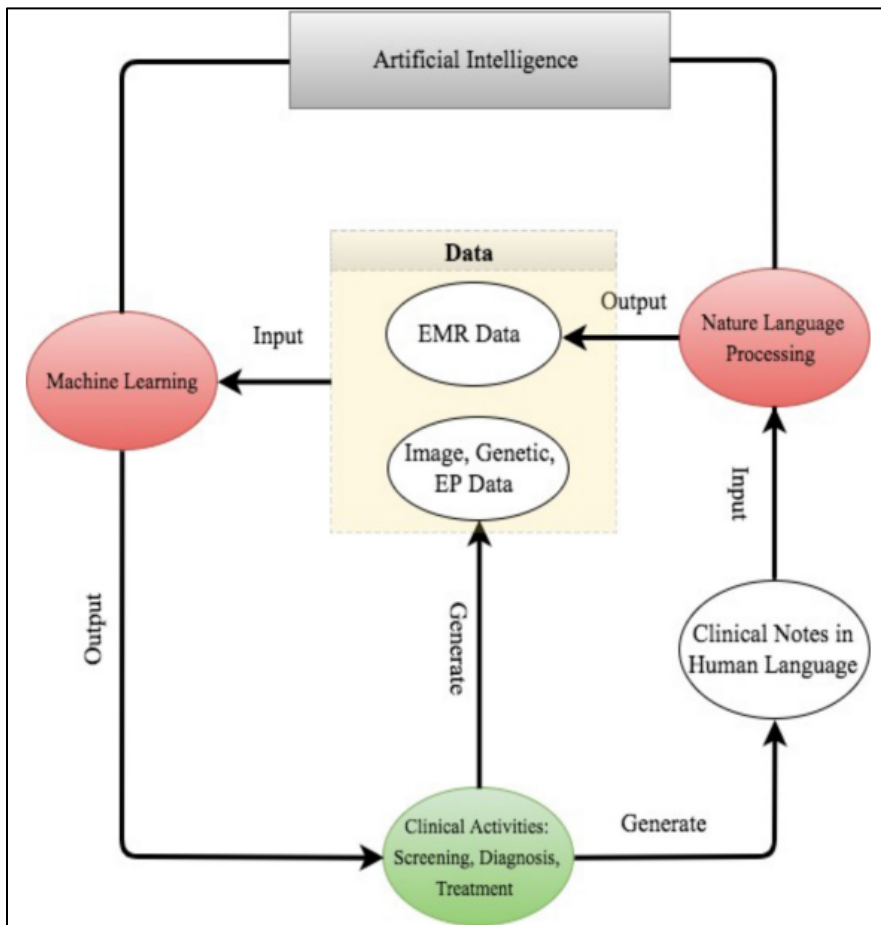
δημογραφικών στοιχείων, ιατρικών σημειώσεων, ηλεκτρονικών καταγραφών από ιατρικές συσκευές, φυσικών εξετάσεων και κλινικών εργαστηρίων και εικόνων. (Jiang, et al., 2017)



Εικόνα 17: Τα δεδομένα τεχνικής διάγνωσης που μπορεί να λάβουν τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης από τα ιατρικά δεδομένα. (Jiang, et al., 2017)

Δύο είναι οι βασικές τεχνικές μηχανικής μάθησης (Machine Learning - ML) που αναλύουν δομημένα δεδομένα όπως απεικόνιση, γενετικά και δεδομένα EP. Στις ιατρικές εφαρμογές, οι διαδικασίες ML προσπαθούν να ομαδοποιήσουν τα χαρακτηριστικά των ασθενών ή να συναγάγουν την πιθανότητα των αποτελεσμάτων κάποιας συγκεκριμένης νόσου. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει μεθόδους επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (Natural Learning Processing - NLP) που εξάγουν πληροφορίες από μη δομημένα δεδομένα, όπως κλινικές σημειώσεις/ιατρικά περιοδικά, το οποίο στη συνέχεια θα συμπληρώσει και εμπλουτίσει τα δομημένα ιατρικά δεδομένα. Οι διαδικασίες NLP στοχεύουν στη μετατροπή κειμένων σε αναγνώσιμα από κάποια μηχανή AI, δομημένα δεδομένα, τα οποία στη συνέχεια μπορούν να αναλυθούν με τεχνικές ML. Για την καλύτερη κατανόηση, το διάγραμμα ροής στην **18** περιγράφει τον οδικό χάρτη από τη δημιουργία κλινικών δεδομένων, μέσω εμπλουτισμού δεδομένων NLP και ανάλυση δεδομένων ML, μέχρι τη λήψη κλινικών αποφάσεων. Ο οδικός αυτός χάρτης ξεκινά και τελειώνει με κλινικές δραστηριότητες. Όσο ισχυρές και αν είναι οι τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης, πρέπει να

υποκινούνται από κλινικά προβλήματα και να εφαρμόζονται για να βοηθήσουν την κλινική πρακτική.



Εικόνα 18 : Οδικός χάρτης από τη δημιουργία κλινικών δεδομένων, έως τη λήψη κλινικών αποφάσεων. (Jiang, και συν., 2017)

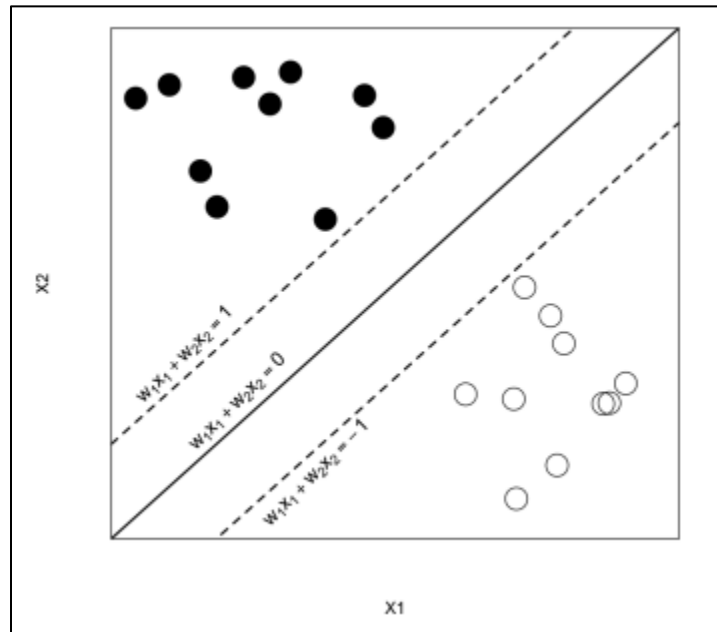
4.2.1 Μηχανή Διανυσματικής Υποστήριξης (Support Vector Machine - SVM)

Το SVM χρησιμοποιείται κυρίως για την ταξινόμηση των υποκειμένων σε δύο ομάδες, όπου το αποτέλεσμα Y_i είναι ταξινομητής : $Y_i = -1$ ή 1 . Το οποίο δείχνει εάν ο ασθενής είναι στην ομάδα 1 ή 2, αντίστοιχα. (Η μέθοδος μπορεί να επεκταθεί για σενάρια με περισσότερες από δύο ομάδες.) Η βασική υπόθεση είναι ότι τα δεδομένα μπορούν να διαχωριστούν σε δύο ομάδες μέσω ενός <<ορίου απόφασης>> που ορίζεται στα χαρακτηριστικά X_{ij} , το οποίο μπορεί να γραφτεί ως :

$$a_i = \sum_{j=1}^p w_j X_{ij} + b \quad (1)$$

όπου w_j είναι η τιμή που βαραίνει το j ο χαρακτηριστικό για να φανεί η σχετική σημασία του για την επίδραση του αποτελέσματος μεταξύ των άλλων. Ο κανόνας απόφασης βλέπει τότε ότι εάν $a_i > 0$, τότε ο ασθενής ταξινομείται στην ομάδα 1, δηλαδή, επισημαίνοντας $Y_i = -1$. Εάν $a_i < 0$, τότε ο ασθενής ταξινομείται στην ομάδα 2, δηλαδή επισημαίνοντας $Y_i = 1$. Δεν προσδιορίζεται ωστόσο η περίπτωση όπου $a_i = 0$.

Στην παρακάτω εικόνα (**Εικόνα**) φαίνεται μια περίπτωση με $p = 2$, $b = 0$, $a_1 = 1$ και $a_2 = -1$.



Εικόνα 19 : Απεικόνιση αποτελεσμάτων μεθόδου SVM. (Jiang, και συν., 2017)

Ο στόχος της μεθόδου αυτής είναι να βρεθεί το βέλτιστο w_j έτσι ώστε οι ταξινομήσεις που προκύπτουν να συμφωνούν με τα αποτελέσματα όσο το δυνατόν περισσότερο - δηλαδή με το μικρότερο σφάλμα λανθασμένης ταξινόμησης - το σφάλμα κατάταξης ενός ασθενούς στη λάθος ομάδα.

Μια σημαντική ιδιότητα του SVM είναι ότι ο προσδιορισμός των παραμέτρων του μοντέλου είναι ένα κυρτό πρόβλημα βελτιστοποίησης (convex optimization problem), επομένως η λύση είναι

πάντα η συνολική βέλτιστη. Επιπλέον, πολλά υπάρχοντα εργαλεία βελτιστοποίησης είναι άμεσα εφαρμόσιμα για την υλοποίηση SVM. Ως εκ τούτου, το SVM έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς στην ιατρική έρευνα. Για παράδειγμα, οι (Orrù, Pettersson-Yeo, F Marquand, Sartori, & Mechelli, 2012) εφάρμοσαν το SVM για τον εντοπισμό απεικονιστικών βιοδεικτών νευρολογικής και ψυχιατρικής νόσου. Οι (Sweilam, Tharwat, & Abdel Moniem, 2010) επανεξέτασαν τη χρήση του SVM στη διάγνωση του καρκίνου. Οι (Khedher, Ramírez, Górriz, Brahim, & Segovia, 2015) εφάρμοσαν έναν συνδυασμό SVM και άλλων στατιστικών εργαλείων για την επίτευξη έγκαιρης ανίχνευσης της νόσου του Αλτσχάιμερ.

Το νευρωνικό δίκτυο μπορεί να θεωρηθεί ως μια επέκταση της γραμμικής παλινδρόμησης για να συλλάβει πολύπλοκες μη γραμμικές σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών εισόδου και ενός αποτελέσματος. Στα νευρωνικά δεδομένα ελαχιστοποιείται το μέσο σφάλμα μεταξύ του αποτελέσματος και των προβλέψεών τους. Η μέθοδος αυτή μπορεί να περιγραφεί καλύτερα με το παρακάτω παράδειγμα.

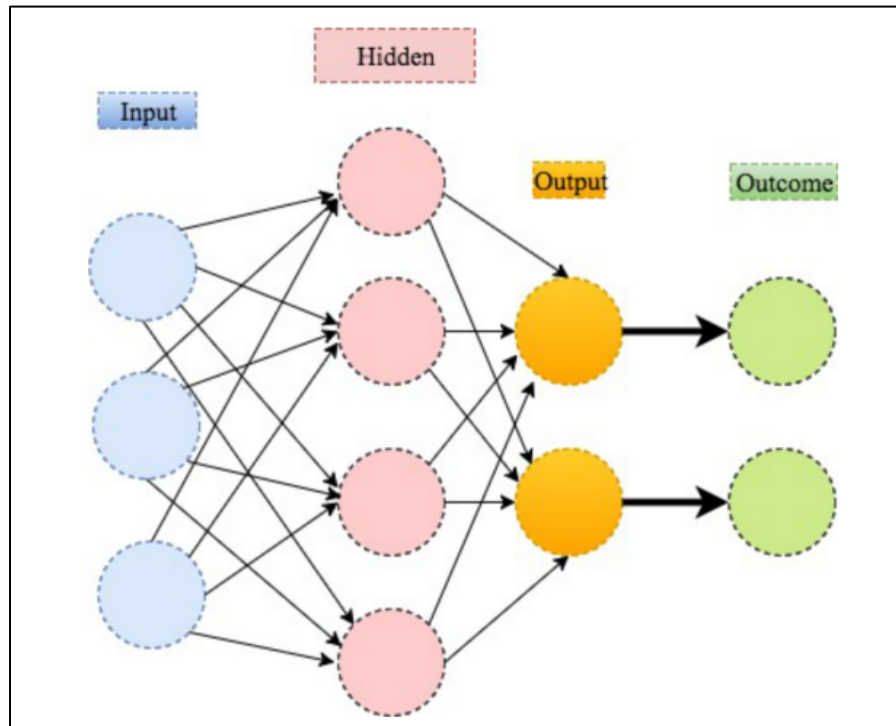
Οι (Mirtskhulava, Pearce, Wong, & Al-Majeed, 2015) χρησιμοποίησαν ένα νευρωνικό δίκτυο στη διάγνωση εγκεφαλικού επεισοδίου. Στην ανάλυσή τους, οι μεταβλητές εισόδου X_{i1}, \dots, X_{ip} είναι συμπτώματα που σχετίζονται με το $p=16$ εγκεφαλικό επεισόδιο, συμπεριλαμβανομένης της παραισθησίας του χεριού ή του ποδιού, οξεία σύγχυση, όραση, προβλήματα με την κινητικότητα και ούτω καθεξής. Το αποτέλεσμα Y_i είναι δυαδικό: $Y_i = 1/0$ υποδηλώνει ότι ο ασθενής έχει/δεν έχει εγκεφαλικό.

Η παράμετρος εξόδου που ενδιαφέρει είναι η πιθανότητα εγκεφαλικού επεισοδίου, a_i , η οποία φέρει τη μορφή του :

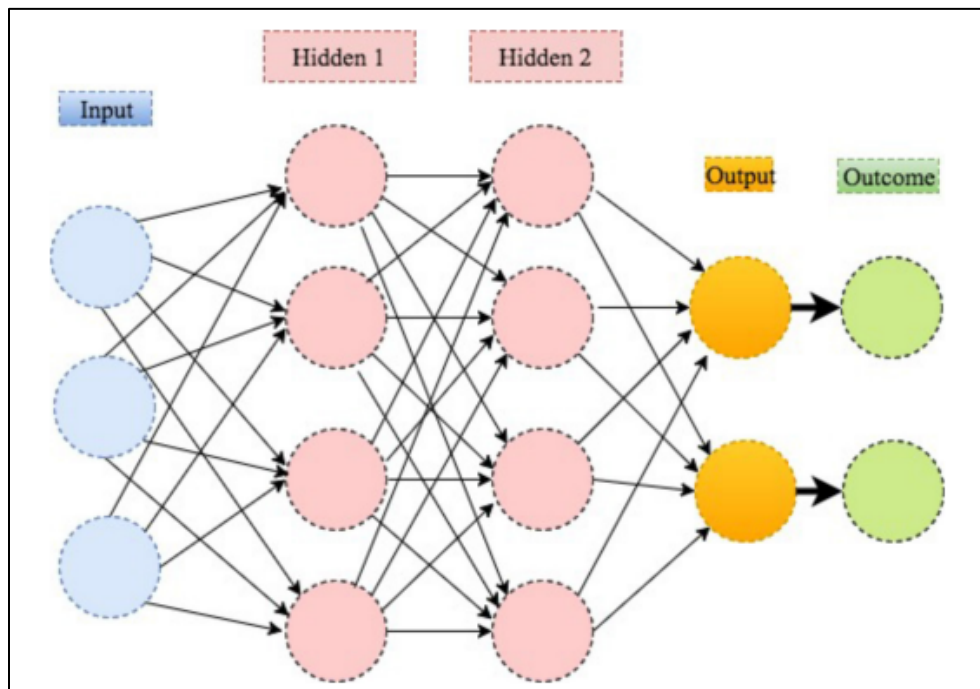
$$a_i = h \left\{ \sum_{k=1}^D w_{2k} f_k \left(\sum_{l=1}^p w_{1l} X_{il} + w_{10} \right) + w_{20} \right\} \quad (2)$$

Στην παραπάνω εξίσωση, τα w_{10} και $w_{20} \neq 0$ εγγυώνται ότι η παραπάνω φόρμα είναι έγκυρη ακόμη και όταν όλα τα X_{ij}, f_k είναι 0. Τα w_{1l} και w_{2l} είναι τα βάρη που χαρακτηρίζουν τη σχετική σημασία των αντίστοιχων πολλαπλασιαστών στην επίδραση του αποτελέσματος. τα f_k και h είναι προκαθορισμένες συναρτήσεις για να εκδηλώσουν τον τρόπο με τον οποίο οι σταθμισμένοι

συνδυασμοί επηρεάζουν τον κίνδυνο ασθένειας στο σύνολό του. Μια στυλιζαρισμένη απεικόνιση παρέχεται στην Εικόνα.



Εικόνα 20 : Απεικόνιση της μεθόδου του νευρωνικού δικτύου. (Jiang, και συν., 2017)



Εικόνα 21 : Απεικόνιση πολυπλοκότερης μορφής του νευρωνικού δικτύου. (Jiang, και συν., 2017)

Ο στόχος είναι να βρεθούν τα βάρη w_{ij} , τα οποία ελαχιστοποιούν το σφάλμα πρόβλεψης :

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - a_i)^2 \quad (3)$$

Η ελαχιστοποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω τυπικών αλγορίθμων βελτιστοποίησης, όπως τοπική τετραγωνική προσέγγιση ή βελτιστοποίηση gradient descent, που περιλαμβάνονται τόσο στο MATLAB όσο και στο R. Εάν τα νέα δεδομένα προέρχονται από τον ίδιο πληθυσμό, το w_{ij} που προκύπτει μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων με βάση σχετικά με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τους. Παρόμοιες τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί για τη διάγνωση του καρκίνου από τους (Khan, et al., 2001), όπου οι εισοδοί είναι τα υπολογιζόμενα από τον υπολογιστή 6567 γονίδια και τα αποτελέσματα είναι οι κατηγορίες όγκων, οι εισροές είναι οι πληροφορίες υφής από μαστογραφικές εικόνες και τα αποτελέσματα δεικτών όγκου. Οι (Hirschauer, Adeli, & Buford, 2015) χρησιμοποίησαν ένα πιο εξελιγμένο μοντέλο νευρωνικών δικτύων για τη διάγνωση της νόσου του Πάρκινσον με βάση τις εισροές κινητικών, μη κινητικών συμπτωμάτων και νευροεικών.

Το εγκεφαλικό είναι μια κοινή και συχνά εμφανιζόμενη ασθένεια που επηρεάζει περισσότερους από 500 εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως. Είναι η κύρια αιτία θανάτου στην Κίνα και η πέμπτη στη Βόρεια Αμερική. Το εγκεφαλικό είχε κοστίσει περίπου 689 δισεκατομμύρια δολάρια σε ιατρικά έξοδα σε όλο τον κόσμο, προκαλώντας μεγάλη επιβάρυνση σε χώρες και οικογένειες. Επομένως, η έρευνα για την πρόληψη και τη θεραπεία του εγκεφαλικού έχει μεγάλη σημασία. Τα τελευταία χρόνια, τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης έχουν χρησιμοποιηθεί σε όλο και περισσότερες μελέτες που σχετίζονται με εγκεφαλικά επεισόδια. Οι τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης στους τρεις κύριους τομείς της φροντίδας του εγκεφαλικού είναι οι εξής: έγκαιρη πρόβλεψη και διάγνωση της νόσου, θεραπεία, καθώς και πρόβλεψη της έκβασης και αξιολόγηση της πρόγνωσης.

4.2.2 Καρδιαγγειακά

Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης έχουν δείξει πολλά αποτελέσματα στην ακριβή διάγνωση και τη διαστρωμάτωση των ασθενών με ανησυχία για στεφανιαία νόσο, αν και λίγες μελέτες έχουν συγκρίνει άμεσα την ακρίβεια των μοντέλων μηχανικής μάθησης με τη διαγνωστική ικανότητα του κλινικού ιατρού. Άλλοι αλγόριθμοι έχουν χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της θνησιμότητας των ασθενών, των επιδράσεων της φαρμακευτικής αγωγής και των ανεπιθύμητων ενεργειών μετά από θεραπεία για το οξύ στεφανιαίο σύνδρομο. Τα smartphone και οι τεχνολογίες που βασίζονται στο Διαδίκτυο έχουν επίσης δείξει την ικανότητα παρακολούθησης των καρδιακών σημείων δεδομένων των ασθενών, επεκτείνοντας τον όγκο των δεδομένων και τις διάφορες ρυθμίσεις που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης και ενδεχομένως επιτρέποντας την πρόωπη ανίχνευση καρδιακών συμβάντων που συμβαίνουν εκτός νοσοκομείου. Ένας άλλος αναπτυσσόμενος τομέας έρευνας είναι η χρησιμότητα της τεχνητής νοημοσύνης στην ταξινόμηση των καρδιακών ήχων και στη διάγνωση της βαλβιδοπάθειας. Οι προκλήσεις της τεχνητής νοημοσύνης στην καρδιαγγειακή ιατρική έχουν περιλάβει τα περιορισμένα δεδομένα που είναι διαθέσιμα για την εκπαίδευση μοντέλων μηχανικής μάθησης, όπως περιορισμένα δεδομένα για κοινωνικούς καθοριστικούς παράγοντες της υγείας, καθώς σχετίζονται με καρδιαγγειακά νοσήματα. (Sotirakos, et al., 2022) (Yuan Zhao, Erica P Wood, Nicholas Mirin , Stephanie H Cook, & Rumi Chunara, 2021) (Wei Chen, et al., 2021)

4.3 Το Μέλλον της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Υγεία.

Πιστεύεται ότι η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στις προσφορές υγειονομικής περίθαλψης του μέλλοντος. Με τη μορφή της μηχανικής μάθησης, είναι η πρωταρχική ικανότητα πίσω από την ανάπτυξη ιατρικής ακριβείας, που είναι ευρέως αποδεκτό ότι είναι μια απολύτως απαραίτητη πρόοδος για την υγειονομική περίθαλψη και φροντίδα. Αν και οι πρώιμες προσπάθειες για την παροχή συστάσεων διάγνωσης και θεραπείας έχουν αποδειχθεί προκλητικές, αναμένεται ότι η τεχνητή νοημοσύνη θα κυριαρχήσει τελικά και σε αυτόν τον τομέα. Δεδομένης της ταχείας προόδου για ανάλυση απεικόνισης, φαίνεται πιθανό ότι οι περισσότερες ακτινολογικές και παθολογικές εικόνες θα εξεταστούν κάποια στιγμή από ένα μηχάνημα. Η αναγνώριση ομιλίας και κειμένου χρησιμοποιούνται ήδη για εργασίες όπως η επικοινωνία με τον

ασθενή και η καταγραφή κλινικών σημειώσεων και η χρήση τους θα αυξηθεί. Η μεγαλύτερη πρόκληση για την τεχνητή νοημοσύνη σε αυτούς τους τομείς της υγειονομικής περίθαλψης δεν είναι αν οι τεχνολογίες θα είναι αρκετά ικανές να είναι χρήσιμες, αλλά η διασφάλιση της υιοθέτησής τους στην καθημερινή κλινική πρακτική. Για να επιτευχθεί ευρεία υιοθέτηση, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης πρέπει να είναι εγκεκριμένα από ρυθμιστικές αρχές, ενσωματωμένα με συστήματα ηλεκτρονικής καταγραφής υγείας (Electronic Health Record – HER), τυποποιημένα σε επαρκή βαθμό ώστε παρόμοια προϊόντα να λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο, να διδάσκονται σε κλινικούς ιατρούς, να πληρώνονται από δημόσιους ή ιδιωτικούς οργανισμούς και να ενημερώνονται με την πάροδο του χρόνου στο πεδίο αυτό. Αυτές οι προκλήσεις θα ξεπεραστούν τελικά, αλλά θα χρειαστεί πολύ περισσότερος χρόνος για να γίνει αυτό από ό,τι θα χρειαστεί για να ωριμάσουν οι ίδιες οι τεχνολογίες. Ως αποτέλεσμα, αναμένεται να υπάρξει περιορισμένη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην κλινική πράξη εντός 5 ετών και πιο εκτεταμένη χρήση εντός 10 ετών. Είναι αρκετά εμφανές πως τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης δεν θα αντικαταστήσουν τους ανθρώπινους κλινικούς γιατρούς σε μεγάλη κλίμακα, αλλά μάλλον θα αυξήσουν τις προσπάθειές τους για τη φροντίδα των ασθενών. Με την πάροδο του χρόνου, οι κλινικοί γιατροί μπορεί να προχωρήσουν προς εργασίες και σχέδια εργασίας που βασίζονται σε μοναδικές ανθρώπινες δεξιότητες όπως η ενσυναίσθηση, η πειθώ και η ενσωμάτωση της <<μεγάλης εικόνας>>. Ίσως οι μόνοι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης που θα χάσουν τη δουλειά τους με την πάροδο του χρόνου μπορεί να είναι εκείνοι που αρνούνται να εργαστούν μαζί με την τεχνητή νοημοσύνη. (Davenport, 2019)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η κλιματική αλλαγή διαπιστώνεται σαν μία πραγματικά μεγάλη απειλή για την ανθρώπινη υγεία τόσο για τους ασθενείς όσο και για τους ειδικούς ανά τον κόσμο που κλείνονται να ανταποκριθούν στις προκλήσεις από αυτήν την εξελισσόμενη κρίση. Με την μελέτη όλων των παραγόντων, ή έστω όσων πραγματεύονται παραπάνω καθώς και με στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, διαπιστώνεται πως για την πρόληψη των δυνητικών επιβλαβών επιπτώσεων για την υγεία και προς την αποφυγή της ανόδου των αριθμών της θνησιμότητας, ο κόσμος πρέπει να προτρέψει

την άνοδο της θερμοκρασίας στους 1,5°C. Παρόλα αυτά, η παγκόσμια θερμοκρασία ακόμη και στον 1,5°C δεν θεωρείται ικανοποιητικά ασφαλής. Αναλογικά κάθε παραπάνω δέκατο του βαθμού στους βαθμούς υπερθέρμανσης θα έχει σοβαρό αντίκτυπο στην υγεία των ανθρώπων.

Η Κλιματική Κρίση δεν αφήνει κανέναν καθαρά εκτός κινδύνου από τις επιπτώσεις της. Τα άτομα ωστόσο που βλάπτονται περισσότερο από αυτήν είναι τα άτομα που συνεισφέρουν λιγότερο στις αιτίες της και που είναι εμφανέστερα σε δυσχερέστερη θέση να προστατεύσουν τους εαυτούς τους και τις κοινότητες τους από αυτήν - άτομα με χαμηλό βιοτικό επίπεδο, χαμηλά επίπεδα δημόσιας υγειονομικής περίθαλψης και γενικότερα τρίτες χώρες. Η κλιματική κρίση φτάνει σε επίπεδα να αναιρέσει τα τελευταία πενήντα χρόνια ανάπτυξης στον κόσμο και στην πρόοδο της παγκόσμιας υγείας με τις νέες προκλήσεις που φέρνει στο παρασκήνιο. Επιπλέον συμβάλει ήδη αρνητικά και στην αύξηση της φτώχειας διευρύνοντας περαιτέρω τις ήδη υπάρχουσες κοινωνικές ανισότητες στον τομέα της δημόσιας υγείας μεταξύ και εντός των πληθυσμών.

Η καθολική κάλυψη της υγείας τίθεται σε συναγερμό, προσμετρώντας επίσης την επιβάρυνση του υπάρχοντος φάσματος υγειονομικών κινδύνων και της δυσχέρησης των υφιστάμενων φραγμών στην πρόσβαση των υγειονομικών υπηρεσιών. συχνά στις στιγμές που αυτές είναι περισσότερο απαραίτητες, όπως είδαμε να συμβαίνει και με τον COVID-19. Τα χαμηλότερα κοινωνικά στρώματα, που είναι σε μεγάλο βαθμό ανασφάλιστα, έχουν υποστεί ήδη τόσο μεγάλη πίεση στον τομέα αυτόν που ήδη προωθούν βίαια περίπου 100 εκατομμύρια ανθρώπους το χρόνο στη φτώχεια, με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής να εμπλέκονται όλο και περισσότερο. Οι πρώτοι κλιματικοί μετανάστες είναι ήδη γεγονός και οι επιπτώσεις του φαινομένου αυτού μαίνονται να αξιολογηθούν.

Συνοψίζοντας, εάν θέλαμε να αναφερθούμε στα στοιχεία κλειδιά που χαρακτηρίζουν αυτήν την δυναμική και ανερχόμενη κρίση θα μπορούσαμε να το κάνουμε με τα επόμενα σημεία:

- Αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου που οδηγούν στην αύξηση στον μέσο όρο των μέσων και των ακραίων θερμοκρασιών.

- Αύξηση του παγκοσμίου ποσοστού θνησιμότητας με προσδοκίες αύξησης έως και 250 χιλιάδων ετησίων θανάτων από ελονοσία, υποσιτιστική κρίση και ακραίες θερμοκρασίες μεταξύ 2030 και 2050.
- Υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα, της τροφής και του πόσιμου νερού και αύξηση των πηγών των μολύνσεων τους.
- Τα κόστοι επιβάρυνσης για την υγεία εκτιμάται ότι θα φτάσουν τα 2-4 δισεκατομμυρίων δολάρια ετησίως έως το 2030.
- Οι περιοχές με αδύναμες υποδομές υγείας στις αναπτυσσόμενες χώρες θα γίνονται όλο και λιγότερο να ανταπεξέλθουν στις επιπτώσεις και η κλιματική μετανάστευση θα ξεκινήσει να απασχολεί ενεργά τις κοινωνίες.
- Αλλοίωση των οικοσυστημάτων και μεταναστεύσεις ζώων και οργανισμών με. Πρωτοφανείς συνέπειες για τις πλυττόμενες κοινότητες.
- Τα συστήματα υγείας θα επιβαρύνονται με μόνη υποστήριξη τους την εξέλιξη της ιατρικής τεχνολογίας η οποία εκτιμάται να γίνεται όλο και περισσότερο προσβάσιμη.
- Στήριξη των ειδικών σε εξελιγμένα ιατρικά μέσα με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης τα οποία όμως θα απαιτούν και την αντίστοιχη τεχνογνωσία άρα θα αλλάξουν και τα υγειονομικά δεδομένα όπως τα ξέρουμε.

Οι ευάλωτες ομάδες ανθρώπων, που αναφέρονται στην εργασία και ως πληθυσμοί ανησυχίας, κλίνονται να αντιμετωπίζουν δυσανάλογους, πολλαπλούς και σύνθετους κινδύνους για την υγεία και την ευημερία τους ως απάντηση στην κλιματική αλλαγή.

Με βάση τα πορίσματα και τις προβλέψεις που αναφέρονται στην εργασία οι κίνδυνοι δεν περιορίζονται επιγραμματικά καθώς το ζήτημα είναι πολύπλευρο. Επεκτάσεις της μελετώμενης κρίσης μαίνονται και στην γεωργία και κτηνοτροφία καθώς η υγεία δεν είναι ένας παράγοντας που απασχολεί μόνο το ανθρώπινο είδος. Αντίστοιχες προκλήσεις μπορεί να περιλαμβάνουν:

- Αύξηση του κινδύνου ατυχημάτων και των επιπτώσεων στη γενικότερη ευημερία από ακραία καιρικά φαινόμενα (πλημμύρες, πυρκαγιές, θερμικές καταιγίδες κ.α.).

- Αλλαγές στον αντίκτυπο νοσημάτων που μεταδίδονται με διαβιβαστές ή στον αντίκτυπο υδατογενών ή τροφιμογενών νοσημάτων.
- Αλλαγές στην εποχική κατανομή με αντίκτυπο στα αλλεργιογόνα είδη γύρης, στο εύρος των ιών, στην κατανομή επιβλαβών οργανισμών και ασθενειών.
- Αναδυόμενες και επανεμφανιζόμενες ασθένειες των ζώων που αυξάνουν τις προκλήσεις για την υγεία και την ευημερία της πανίδας.
- Αναδυόμενοι και επανεμφανιζόμενοι επιβλαβείς για τα φυτά οργανισμοί και ασθένειες που επηρεάζουν τα δασικά συστήματα και τα συστήματα καλλιέργειών.

Μακροπρόθεσμα, ωστόσο, μπορούμε να περιμένουμε μια ριζική επανεξέταση του τρόπου με τον οποίο παρέχεται η υγειονομική περίθαλψη. Οι νέες τεχνολογίες υποδεικνύουν ένα μέλλον όπου η παροχή των υπηρεσιών υγείας θα είναι προληπτική και συνεχής, αντί να απαντά μόνο στις κρίσεις. Αυτό εκτείνεται σε ένα ευρύ φάσμα σταδίων υγειονομικής περίθαλψης, με τον εξοπλισμό για την καλύτερη διαχείριση και παρακολούθηση της υγείας μας σε περισσότερο εξατομικευμένη βάση. Μπορεί μπροστά μας να κρύβεται ένα μέλλον εξατομικευμένης και προληπτικής υγείας που ενεργοποιείται από δεδομένα που συλλέγονται με χρήση έξυπνων μέσων, μέσω συσκευών σε wearables και τεχνολογίας που ενσωματώνεται όλο και περισσότερο στην καθημερινότητα μας. Η τεχνητή νοημοσύνη, το Internet of Things, η ρομποτική, όλα καθιστούν βασικούς παράγοντες στην θωράκιση της υγείας, της μείωσης του κινδύνου από κλιματικούς και όχι μόνο απροσδόκητους παράγοντες και θωρακίζουν το μέλλον και την ποιότητα ζωής, όπως και το προσδόκιμο ζωής του ανθρώπου.

Βιβλιογραφία

- Orrù, Graziella, William Pettersson-Yeo, Andre F Marquand, Giuseppe Sartori, και Andrea Mechelli. 2012. *Using Support Vector Machine to identify imaging biomarkers of neurological and psychiatric disease: a critical review*.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22305994/>.
- ΕΟΔΥ. 2019. «gov.gr.» Η κλιματική αλλαγή θα ξεκινήσει σταδιακά να επηρεάζει, σε σημαντικά αρνητικό βαθμό, μερικές από τις πιο θεμελιώδεις προϋποθέσεις για την καλή υγεία όπως: την ποιότητα του αέρα, το νερό, τα τρόφιμα, τόσο σε επάρκεια όσο και σε ποιότητα, την εύρεση καταλυμά.
- Accenturate. 2022. <https://www.accenture.com/us-en/insight-digital-health-self-disrupt-self-destruct>.
- American Academy of Pediatrics. 2003. *Red Book*.
- Amos, Jonathan , και Erwan Rivault. 2023. *BBC News*. Πρόσβαση Φεβρουάριος 19, 2023.
<https://www.bbc.com/news/science-environment-64649596>.
- Balbus, J., A. Crimmins, J.L. Gamble, D.R. Easterling, K.E. Kunkel, S. Saha, and M.C. Sarofim, 2016: Ch. 1: Introduction: Climate Change and Human Health. *The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment*. U.S. Gl. χ.χ.
- Balbus, John, Allison R. Crimmins, και Janet L. Gamble. 2016. *GlobalChange.gov*.
<https://health2016.globalchange.gov/>.
- borunda, Alejandra. 2022. «Climate change is eroding a precious resource : sleep.» *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/climate-change-is-eroding-a-precious-resource-sleep>.
- CDC, Health E-Stat, 2012 U.S. Census Bureau 2010, και and Akinbami et al. 2011. χ.χ. *Global Change Information System*. <https://data.globalchange.gov/report/nca3/chapter/human-health/figure/elements-of-vulnerability-to-climate-change>.
- CNN Greece. 2022. «Προειδοποίηση για την κλιματική αλλαγή - Φέρνει εξάπλωση μολυσματικών ασθενειών.» *CNN*. <https://www.cnn.gr/ellada/story/338437/proeidopoiisi-gia-tin-klimatiki-allagi-fernei-eksaplosi-molysmatikon-astheneion>.
- Davenport, Thomas. 2019. *The potential for artificial intelligence in healthcare*.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6616181/>.
- Dodgen, Daniel. χ.χ. *GlobalChange.gov*.
- Dombal, F T, H R Hartley, και D H Sleeman. 1969. *A COMPUTER-ASSISTED SYSTEM FOR LEARNING CLINICAL DIAGNOSIS*.
[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(69\)91149-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(69)91149-0/fulltext).
- ED, Hilborn. 2013.
- European Center for Disease Prevention and control. 2010. *Climate Changes*.
- European Commission . 2022. *European Commission* . https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_el.
- European Center of Disease Prevention and Control. 2010. *Climate Changes*.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21664978/>.
- Fann, Neal. 2016. *U.S. Environmental Protection Agency*.
<https://health2016.globalchange.gov/air-quality-impacts>.

- Flavelle, Christopher. 2023. *New York Times*. 22 Φεβρουάριος .
<https://www.nytimes.com/2023/01/10/us/california-storm-damage.html?searchResultPosition=60>.
- Fountain, Henry. 2023. *BBC News*. Πρόσβαση Φεβρουάριος 21, 2023.
<https://www.nytimes.com/shared/v2/interactive/2023/climate/climate-change-faq/who-is-most-responsible-for-climate-change.html>.
- Gerwig, Kathy. 2022. «Climate Change and Healthcare: A Complicated Relationship.» *Frontiers of Health Services Management*.
- Global Change.gov. 2016. <https://www.globalchange.gov/>.
- Guo, Jonathan, και Bin Li. 2018. *The Application of Medical Artificial Intelligence Technology in Rural Areas of Developing Countries*.
<https://www.liebertpub.com/doi/full/10.1089/heap.2018.0037>.
- Gutierrez, Jason , και Mike Ives. 2023. *New York Times*. 22 Φεβρουάριος.
<https://www.nytimes.com/2023/01/03/world/asia/philippines-floods-deaths.html?searchResultPosition=12>.
- Hägström, Mikael. 2022. *Wikipedia*. el.wikipedia.org.
- Hamet, Pavel, και Johanne Tremblay. 2017. *Artificial intelligence in medicine*.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28126242/>.
- Hirschauer, Thomas, Hojjat Adeli, και John Buford. 2015. *Computer-Aided Diagnosis of Parkinson's Disease Using Enhanced Probabilistic Neural Network*.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26420585/>.
- Horn-Muller, Ayurella. 2023. *Axios*. Πρόσβαση Φεβρουάριος 19, 2023.
<https://www.axios.com/2023/02/09/plant-health-food-insecurity>.
- Horrocks, J C, A P McCan, J R Staniland, D J Leaper, και F T De Dombal. 1972. *Computer-aided diagnosis: description of an adaptable system, and operational experience with 2,034 cases*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4552593/>.
- Ives, Mike, και John Yoon. 2023. *New York Times*. 22 Φεβρουάριος.
<https://www.nytimes.com/2023/01/27/world/asia/asia-extreme-cold-weather.html?searchResultPosition=3>.
- Jantasami, Lesley. 2016. *GlobalChange.gov*. <https://health2016.globalchange.gov/water-related-illness>.
- Jiang, Fei , Yong Jiang, Hui Zhi, Yi Dong, Hao Li, Sufeng Ma, Yilong Wang, Qiang Dong, Haipeng Shen, και Yongjun Wang. 2017. «BMJ Journals.» *Artificial intelligence in healthcare: past, present and future*. <https://svn.bmj.com/content/2/4/230.abstract>.
- Khan, J , J Wei, M Ringnér, L Saal, M Ladanyi, F Westermann, F Berthold, και συν. 2001. *Classification and diagnostic prediction of cancers using gene expression profiling and artificial neural networks*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11385503/>.
- Khedher, L. , J. Ramírez, J. Górriz, A. Brahim, και F. Segovia. 2015. *Early diagnosis of Alzheimer's disease based on partial least squares, principal component analysis and support vector machine using segmented MRI images*.
<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-1837216c-54a0-30ab-be24-bad8b6e40cf2>.
- Maclean, Ruth . 2023. *New York Times*. 22 Φεβρουάριος.
<https://www.nytimes.com/2022/10/17/world/africa/nigeria-floods.html?searchResultPosition=47>.

- Mandavilli, Apoorva. 2023. *New York Times*. Πρόσβαση Φεβρουάριος 16, 2023.
<https://www.nytimes.com/2023/02/14/health/malaria-mosquitoes-climate-change.html?searchResultPosition=2>.
- Mckinsey. 2022. <https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/the-next-frontier-of-care-delivery-in-healthcare#inthehome>.
- Miller, R A. 1994. *Medical diagnostic decision support systems--past, present, and future: a threaded bibliography and brief commentary*.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7719792/#full-view-affiliation-1>.
- Mirtskhulava, Lela , Gillian Pearce, Julian Wong, και Salah Al-Majeed. 2015. *Artificial Neural Network Model in Stroke Diagnosis*. 17th UKSIM-AMSS International Conference on Modelling and Simulation.
- Monash University. 2023. *World Economic Forum*. Πρόσβαση Φεβρουάριος 16, 2023.
https://intelligence.weforum.org/topics/a1G680000004CswEAE/key-issues/a1G680000004Cu4EAE?utm_source=Weforum&utm_medium=Topic+page+The+BigPicture&utm_campaign=Weforum_Topicpage_UTMs.
- Mostashari, Farzad. 2022.
- New York Times. 2018. *New York Times*. <https://www.nytimes.com/article/climate-change-global-warming-faq.html>.
- NRC. 2010. *Toward Sustainable Agricultural Systems in the 21st Century*.
- Penney, Veronica. 2021. *New York Times*. Πρόσβαση Φεβρουάριος 16, 2023.
<https://www.nytimes.com/article/climate-change-global-warming-faq.html>.
- Pickering, K. L., C. J. Baker, S. S. Long, και J. A. McMilan. 2006. *Red Book: 2006 Report of the Committee on Infectious Diseases, 27th Edition*.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3291376/>.
- Povoledo, Elisabetta . 2023. *New York Times*. 22 Φεβρουάριος.
<https://www.nytimes.com/2022/09/16/world/europe/italy-storms-floods.html?searchResultPosition=66>.
- Sarofim, Marcus C., Shubhayu Saha, Michelle D. Hawkins, και David M. Mills. 2016. *GlobalChange.gov*. <https://health2016.globalchange.gov/temperature-related-death-and-illness>.
- Schwartzstein, Peter. 2022. *National Geographic*. November.
<https://www.nationalgeographic.com/environment/article/climate-change-can-help-heal-conflicts-environmental-peacebuilding>.
- Shortliffe, Edward. 1976. «Computer-Based Medical Consultations: MYCIN.»
- Sotirakos, Sara , Basem Fouda, Noor Adeebah Mohamed Razif, Niall Cribben, Cormac Mulhall, Aisling O'Byrne, Bridget Moran, και Ruairi Connolly. 2022. *Harnessing artificial intelligence in cardiac rehabilitation, a systematic review*.
<https://www.futuremedicine.com/doi/abs/10.2217/fca-2021-0010>.
- Swanson, Ana. 2023. *BBC News*. Πρόσβαση Φεβρουάριος 19, 2023.
<https://www.nytimes.com/2023/01/25/business/economy/climate-change-global-trade.html?searchResultPosition=6>.
- Sweilam, Nasser H. , A. Tharwat, και N. Abdel Moniem. 2010. *Support vector machine for diagnosis cancer disease: A comparative study*.
<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-fa7d9fb1-0475-380f-8b3b-f37ac82ba97a>.

- Tavernise, Sabrina. 2015. *New York Times*. Πρόσβαση Φεβρουάριος 16, 2023.
<https://www.nytimes.com/2015/07/14/health/unraveling-the-relationship-between-climate-change-and-health.html?action=click&module=RelatedLinks&pgtype=Article>.
- Tennison, Imogen , Sonia Roschnik, Ben Ashby, Richard Boyd, Ian Hamilton, Tadj Oreszczyn, Anne Owen, και συν. 2021. «Health care’s response to climate change: a carbon footprint assessment of the NHS in England.» *Science Direct*.
- The Economist. 2022. <https://thefutureishere.economist.com/healthcare/thefutureofhealthcare-toray.html>.
- The World Bank. 2022. «The World Bank.»
<https://www.worldbank.org/en/news/feature/2022/10/17/what-you-need-to-know-about-food-security-and-climate-change>.
- Tietenberg , T., και L. Lewis. 2010. *Οικονομική περιβάλλοντος και φυσικών πόρων (μτφρ)*. Αθήνα: Gutenberg.
- TORAY. 2022. <https://www.toray.com/global/>.
- Trtanj, Juli M. & Lesley Jantarasami. 2015.
- Trtanj, Juli M. χ.χ. *GlobalChange.gov*. <https://health2016.globalchange.gov/water-related-illness>.
- U.S. Climate Residence Toolikt. 2016. *U.S. Climate Residence Toolikt*.
<https://toolkit.climate.gov/topics/human-health>.
- U.S. Embassy and Consulates in Italy. 2022. «U.S. Embassy and Consulates in Italy.»
<https://it.usembassy.gov/how-climate-change-affects-the-food-crisis/>.
- U.S. Global Change Research Program. 2016. *Globalchange.gov*.
<https://health2016.globalchange.gov/>.
- Uejio, CK, SH Yale, K. Malecki, MA Borchardt, HA Anderson και JA Patz. 2014. *American Journal of Public Health*.
- United-Nations-News. 2022. *Blueprint launched to manage Earth’s fragile peatland carbon sinks*. <https://news.un.org/en/story/2020/03/1059632>.
- University of California Berkley. 2022. *BBC News*. 2 Νοέμβριος. Πρόσβαση Φεβρουάριος 16, 2023. <https://www.bbc.com/news/science-environment-24021772>.
- ur-Rehman, Zia, Christina Goldbaum, και Salman Masood. 2023. *New York Times*. 22 Φεβρουάριος. <https://www.nytimes.com/2022/07/24/world/asia/pakistan-monsoon-floods.html?searchResultPosition=18>.
- USGCRP, 2016: . Crimmins, A., J. Balbus, J.L. Gamble, C.B. Beard, J.E. Bell, D. Dodgen, R.J. Eisen, N. Fann, M.D. Hawkins, S.C. Herring, L. Jantarasami, D.M. Mills,. 2016. *USGCRP*.
- Warner, R H, F H Toronto, L G Veasy, και R Stephenson. 1961. *A mathematical approach to medical diagnosis. Application to congenital heart disease*.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13783190/>.
- Wei Chen, Qiang Sun, Xiaomin Chen , Gangcai Xie , Huiqun Wu , και Chen Xu . 2021. *Deep Learning Methods for Heart Sounds Classification: A Systematic Review*.
<https://www.mdpi.com/1099-4300/23/6/667>.
- Yuan Zhao, Erica P Wood, Nicholas Mirin , Stephanie H Cook, και Rumi Chunara. 2021. *Social Determinants in Machine Learning Cardiovascular Disease Prediction Models: A Systematic Review*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34544559/>.
- Zhong, Raymond. 2023. *BBV News*. Πρόσβαση Φεβρουάριος 22, 2023.
<https://www.nytimes.com/shared/v2/interactive/2023/climate/climate-change-faq/has-climate-change-affected-rainfall.html>.

Παπαδακη , Ο. 2010. *Ευρωπαϊκή Πολιτική Ολοκλήρωση και Πολιτικές Αλληλεγγύης*. Αθήνα: Κριτική.

Αποστολόπουλος, Τάκης. 2012. *MEDISYN*. www.medisyn.eu.

Γεωργοπουλος, Α., Κ. Νικολαου, Α. Δημητριου , Κ. Γαβριλακης , και Γ. Μπλιωνης. 2013. *ΓΗ ένας μικρός και άθραυστος πλανήτης*. Αθήνα: Gutenberg.