

Κλιματικός Γραμματισμός

Οι Βασικές Αρχές της Επιστήμης για το Κλίμα

United States Global Change Research Program
Second Version: March 2009,
www.globalchange.gov

Απόδοση του Οδηγού στα Ελληνικά:

Αθανάσιος Μόγιας

Ζήσης Λαμπούδης

Αναπληρωτής Καθηγητής
amogias@eled.duth.gr

ΠΕ04.01 Φυσικών, Υποψήφιος Διδάκτορας
zlampoud@eled.duth.gr

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Έρευνας & Εκπαίδευσης
Νέα Χηλή, Αλεξανδρούπολη

Αλεξανδρούπολη, Αύγουστος 2023 (1^η Έκδοση)

Πίνακας Περιεχομένων

Σχετικά με αυτόν τον οδηγό.....	3
Κατευθυντήρια αρχή για ενημερωμένες αποφάσεις για το κλίμα	9
Βασικές Αρχές του Κλιματικού Γραμματισμού	11
1. Ο Ήλιος είναι η κύρια πηγή ενέργειας για το κλιματικό σύστημα της Γης.	11
2. Το κλίμα ρυθμίζεται από πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συνιστωσών του Γήινου συστήματος.....	12
3. Η ζωή στη Γη εξαρτάται και διαμορφώνεται από το κλίμα και επηρεάζει το κλίμα.....	14
4. Το κλίμα ποικίλλει στον χώρο και τον χρόνο τόσο μέσω φυσικών όσο και ανθρωπογενών διαδικασιών.	15
5. Η κατανόησή μας για το κλιματικό σύστημα βελτιώνεται μέσω παρατηρήσεων, θεωρητικών μελετών και μοντέλων.....	16
6. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες επηρεάζουν το κλιματικό σύστημα.....	17
7. Η κλιματική αλλαγή θα έχει συνέπειες στο Γήινο σύστημα και τις ανθρώπινες ζωές. ..	18
Βασικοί ορισμοί	20

Σχετικά με αυτόν τον οδηγό

Κλιματικός Γραμματισμός¹:

Οι βασικές αρχές της Επιστήμης για το Κλίμα παρουσιάζουν πληροφορίες που θεωρούνται σημαντικές για τα άτομα και τις κοινότητες, προκειμένου να γνωρίζουν και να κατανοούν το κλίμα της Γης, τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, καθώς και προσεγγίσεις για προσαρμογή ή μετριασμό του φαινομένου. Οι αρχές του Οδηγού μπορούν να χρησιμεύσουν ως αφορμή συζήτησης ή σημεία εκκίνησης για επιστημονική έρευνα. Ο Οδηγός στοχεύει στην προώθηση ενός βαθύτερου γραμματισμού σε ζητήματα Επιστήμης για το Κλίμα παρέχοντας αυτό το εκπαιδευτικό πλαίσιο αρχών και εννοιών. Ο Οδηγός μπορεί επίσης να βοηθήσει εκπαιδευτικούς που διδάσκουν ζητήματα Επιστημών για το Κλίμα, προκειμένου να ανταποκριθούν γνωστικά στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών τους. Η ανάπτυξη του Οδηγού ξεκίνησε από ένα σεμινάριο που χρηματοδοτήθηκε από την Εθνική Υπηρεσία Ωκεανών και Ατμόσφαιρας (National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA) και την Αμερικάνικη Ένωση για την Πρόοδο της Επιστήμης (American Association for the Advancement of Science – AAAS). Διάφοροι επιστημονικοί οργανισμοί, μη κυβερνητικές οργανώσεις και πληθώρα μεμονωμένων ανθρώπων συνέβαλαν επίσης μέσω εκτεταμένων ανασκοπήσεων και σχολιασμών. Η συζήτηση στο Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (National Science Foundation) και το Εργαστήριο Επιστημών της Ατμόσφαιρας και Κλιματικού Γραμματισμού που χρηματοδοτήθηκε από το NOAA συνέβαλαν ουσιαστικά στη βελτίωση του εγγράφου.

Κλιματικός Γραμματισμός: Οι Βασικές Αρχές της Επιστήμης για το Κλίμα

Κάθε βασική αρχή υποστηρίζεται από θεμελιώδεις έννοιες συγκρίσιμες με εκείνες που διέπουν τα Εθνικά Πρότυπα Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες (National Science Education Standards – NSES) και τα ορόσημα της Αμερικάνικης Ένωσης για την Πρόοδο της Επιστήμης (American Association for the Advancement of Science – AAAS) για τον Γραμματισμό στις Φυσικές Επιστήμες.

Τι είναι ο Γραμματισμός στην Επιστήμη για το Κλίμα²;

Ο Γραμματισμός στην Επιστήμη για το Κλίμα είναι η κατανόηση της επιρροής σου στο κλίμα και της επιρροής του κλίματος σε εσένα και την κοινωνία.

Ένα εγγράμματο ως προς το κλίμα άτομο:

- κατανοεί τις βασικές αρχές του κλιματικού συστήματος της Γης,
- γνωρίζει πώς να αξιολογεί επιστημονικά αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με το κλίμα,

¹ Ο όρος «Κλιματικός Γραμματισμός» αποτελεί την ελληνική απόδοση του αγγλικού όρου «Climate Literacy»

² Ο όρος «Γραμματισμός στην Επιστήμη για το Κλίμα» αποτελεί την ελληνική απόδοση του αγγλικού όρου «Climate Science Literacy»

- επικοινωνεί σχετικά με το κλίμα και την κλιματική αλλαγή με ουσιαστικό τρόπο,
- είναι σε θέση να λαμβάνει τεκμηριωμένες και υπεύθυνες αποφάσεις σχετικά με δράσεις
- που ενδέχεται να επηρεάσουν το κλίμα.

Γιατί έχει σημασία ο Γραμματισμός στην Επιστήμη για το Κλίμα;

- Κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα, η παγκόσμια μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης αυξήθηκε κατά περίπου 0,6°C. Πρόσθετη θέρμανση άνω των 0,14°C έχει μετρηθεί από το 2000. Αν και η συνολική αύξηση μπορεί να φαίνεται μικρή, πιθανότατα αντιπροσωπεύει έναν εξαιρετικά γρήγορο ρυθμό αλλαγής σε σύγκριση με τις αλλαγές των προηγούμενων 10.000 ετών.
- Κατά τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα, οι επιστήμονες που μελετούν το κλίμα (κλιματολόγοι) αναμένουν ότι η θερμοκρασία της Γης θα συνεχίσει να αυξάνεται, πιθανότατα περισσότερο από ό, τι κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα. Δύο αναμενόμενα αποτελέσματα είναι η άνοδος της παγκόσμιας στάθμης της θάλασσας και η αύξηση της συχνότητας και της έντασης των κυμάτων καύσωνα, ξηρασίας και πλημμυρών. Αυτές οι αλλαγές θα επηρεάσουν σχεδόν κάθε πτυχή της ανθρώπινης κοινωνίας, συμπεριλαμβανομένης της οικονομικής ευημερίας, της ανθρώπινης υγείας αλλά και της περιβαλλοντικής υγείας και της εθνικής ασφάλειας.
- Επιστημονικές παρατηρήσεις και αποτελέσματα κλιματικών μοντέλων δείχνουν ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι πλέον η κύρια αιτία του μεγαλύτερου μέρους της συνεχιζόμενης αύξησης της παγκόσμιας μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας της Γης.
- Η αλλαγή του κλίματος θα επιφέρει οικονομικές και περιβαλλοντικές προκλήσεις, καθώς και ευκαιρίες, και οι πολίτες που κατανοούν την Επιστήμη για το Κλίμα θα είναι καλύτερα προετοιμασμένοι να ανταποκριθούν και στα δύο.
- Η κοινωνία χρειάζεται πολίτες που κατανοούν το κλιματικό σύστημα και γνωρίζουν πώς να εφαρμόσουν αυτή τη γνώση στην καριέρα τους και στη δέσμευσή τους ως ενεργά μέλη των κοινοτήτων τους.
- Η κλιματική αλλαγή θα συνεχίσει να αποτελεί σημαντικό στοιχείο του δημόσιου διαλόγου. Η κατανόηση των βασικών αρχών της Επιστήμης για το Κλίμα θα επιτρέψει σε όλους τους ανθρώπους να αξιολογούν ειδήσεις και να συμβάλλουν στις καθημερινές τους συζητήσεις ως ενημερωμένοι πολίτες.

Ο Γραμματισμός στην Επιστήμη για το Κλίμα αποτελεί μέρος του Γραμματισμού στις Φυσικές Επιστήμες (Επιστημονικός Γραμματισμός).

«Η Φυσικές Επιστήμες, τα Μαθηματικά και η Τεχνολογία έχουν βαθύ αντίκτυπο στις ζωές μας και τον πολιτισμό μας. Παίζουν ρόλο σε όλες σχεδόν τις ανθρώπινες προσπάθειες και επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο σχετιζόμαστε μεταξύ μας και με τον κόσμο γύρω μας... Ο Επιστημονικός Γραμματισμός μας δίνει τη δυνατότητα να κατανοήσουμε φαινόμενα από τον πραγματικό κόσμο,

αποτελεί πηγή ενημέρωσης για τις προσωπικές και κοινωνικές μας αποφάσεις και χρησιμεύει ως θεμέλιο για μια διά βίου μάθηση».

Από την Αμερικανική Ένωση για την Πρόοδο της Επιστήμης, Άτλαντας Επιστημονικού Γραμματισμού, Τόμος 2, Project 2061.

Οι άνθρωποι που είναι εγγράμματοι σε ζητήματα Επιστήμης για το Κλίμα γνωρίζουν ότι μπορεί αυτή (η επιστήμη) να αποτελέσει πηγή ενημέρωσης για αποφάσεις που βελτιώνουν την ποιότητα ζωής. Έχουν μια βασική κατανόηση του κλιματικού συστήματος, συμπεριλαμβανομένων των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων που το επηρεάζουν. Τα εγγράμματα στην Επιστήμη για το Κλίμα άτομα κατανοούν πώς οι κλιματικές παρατηρήσεις και καταγραφές, καθώς και τα υπολογιστικά μοντέλα, συμβάλλουν στην επιστημονική γνώση για το κλίμα. Έχουν επίγνωση της θεμελιώδους σχέσης μεταξύ κλίματος και ανθρώπινης ζωής και των πολλών τρόπων με τους οποίους το κλίμα έπαιζε πάντα ρόλο στην ανθρώπινη υγεία. Έχουν την ικανότητα αξιολόγησης της εγκυρότητας των επιστημονικών επιχειρημάτων σχετικά με το κλίμα και χρήσης αυτών των πληροφοριών για την υποστήριξη των αποφάσεών τους.

Κλιματικές αλλαγές

Καθ' όλη τη διάρκεια της ιστορίας της το κλίμα της Γης έχει μεταβληθεί, αντανακλώντας τις πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις και εξαρτήσεις των ηλιακών, ωκεάνιων, χερσαίων, ατμοσφαιρικών και ζωντανών δομικών στοιχείων που αποτελούν τα συστήματα του πλανήτη Γη. Για τουλάχιστον το τελευταίο 1 εκατομμύριο χρόνια, ο κόσμος μας έχει βιώσει επαναλαμβανόμενους κύκλους θέρμανσης και ψύξης που διαρκούν περίπου 100.000 χρόνια για να ολοκληρωθούν. Κατά τη διάρκεια κάθε κύκλου, οι παγκόσμιες μέσες θερμοκρασίες μειώνονται και στη συνέχεια αυξάνονται ξανά κατά περίπου 5°C, βάζοντας κάθε φορά τη Γη σε μια εποχή παγετώνων και στη συνέχεια θερμαίνοντάς την ξανά. Αυτός ο κύκλος πιστεύεται ότι συνδέεται με τακτικές αλλαγές στην τροχιά της Γης που μεταβάλλουν την ένταση της ηλιακής ενέργειας που δέχεται ο πλανήτης. Το κλίμα της Γης έχει επίσης επηρεαστεί σε πολύ μεγάλες χρονικές περιόδους από αλλαγές στην ωκεάνια κυκλοφορία που προκύπτουν από τις κινήσεις των τεκτονικών πλακών. Το κλίμα της Γης έχει αλλάξει απότομα κατά καιρούς, μερικές φορές ως αποτέλεσμα βραδύτερων φυσικών διεργασιών, όπως μετατοπίσεις στην ωκεάνια κυκλοφορία, μερικές φορές λόγω ξαφνικών γεγονότων όπως μαζικές ηφαιστειακές εκρήξεις. Τα είδη και τα οικοσυστήματα είτε προσαρμόστηκαν σε αυτές τις παρελθούσες κλιματικές διακυμάνσεις είτε χάθηκαν.

Ενώ το παγκόσμιο κλίμα ήταν σχετικά σταθερό τα τελευταία 10.000 χρόνια -το διάστημα του ανθρώπινου πολιτισμού- οι τοπικές διακυμάνσεις στα κλιματικά πρότυπα έχουν επηρεάσει την ανθρώπινη ιστορία με σημαντικούς τρόπους, παίζοντας αναπόσπαστο ρόλο στο αν οι κοινωνίες ευδοκίμησαν ή χάθηκαν. Τώρα γνωρίζουμε ότι ισχύει και το αντίθετο: ανθρώπινες δραστηριότητες -η καύση ορυκτών καυσίμων και η αποψίλωση μεγάλων εκτάσεων γης για παράδειγμα- έχουν επιφέρει βαθιά επίδραση στο κλίμα της Γης. Στην τέταρτη αξιολόγησή της το 2007, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) δήλωσε ότι «*ήταν ιδιαιτέρως πεπεισμένη πως η παγκόσμια μέση καθαρή επίδραση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων από το 1750 ήταν αυτή της υπερθέρμανσης*». Η IPCC αποδίδει την ανθρώπινη επίδραση της

υπερθέρμανσης του πλανήτη κυρίως στην αύξηση τριών βασικών αερίων που παγιδεύουν τη θερμότητα στην ατμόσφαιρα: το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και το οξείδιο του αζώτου. Το Επιστημονικό Πρόγραμμα των ΗΠΑ για την Κλιματική Αλλαγή (U.S. Climate Change Science Program) δημοσίευσε ευρήματα που συμφωνούν με την έκθεση της IPCC, δηλώνοντας ότι «μελέτες για την ανίχνευση της κλιματικής αλλαγής και την απόδοση των αιτιών της χρησιμοποιώντας μοτίβα παρατηρούμενων θερμοκρασιακών αλλαγών στον χώρο και τον χρόνο δείχνουν σαφείς ενδείξεις ανθρώπινων επιδράσεων στο κλιματικό σύστημα (λόγω αλλαγών στα αέρια του θερμοκηπίου, τα αερολύματα και το στρατοσφαιρικό όζον)». Για την προστασία των ευαίσθητων οικοσυστημάτων και την οικοδόμηση βιώσιμων κοινοτήτων ανθεκτικών στην κλιματική αλλαγή -συμπεριλαμβανομένων των ακραίων καιρικών και κλιματικών φαινομένων- απαραίτητη είναι η δημιουργία εγγράμματων πολιτών σε ζητήματα που αφορούν στο κλίμα. Αυτός ο Οδηγός Γραμματισμού στην Επιστήμη για το Κλίμα προσδιορίζει τις βασικές αρχές και τις θεμελιώδεις έννοιες που πρέπει να κατανοήσουν τα άτομα και οι κοινότητες σχετικά με το κλιματικό σύστημα της Γης. Αυτή η κατανόηση βελτιώνει την ικανότητά μας να λαμβάνουμε αποφάσεις σχετικά με δραστηριότητες που αυξάνουν την ευαισθησία στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και να λαμβάνουμε προληπτικά μέτρα στη ζωή και τα μέσα διαβίωσής μας που θα μείωναν τα τρωτά σημεία.

Ο Γραμματισμός στην Επιστήμη για το Κλίμα είναι μια συνεχής διαδικασία.

Κανένα άτομο δεν αναμένεται να κατανοήσει κάθε λεπτομέρεια σχετικά με όλες τις θεμελιώδεις έννοιες της Επιστήμης για το Κλίμα. Η πλήρης κατανόηση αυτών των διασυνδεδεμένων εννοιών θα απαιτήσει μια συστημική προσέγγιση, δηλαδή την ικανότητα κατανόησης πολύπλοκων διασυνδέσεων μεταξύ όλων των συνιστωσών του κλιματικού συστήματος. Επιπλέον, καθώς η Επιστήμη για το Κλίμα εξελίσσεται και καθώς ωριμάζουν οι προσπάθειες για την εκπαίδευση των ανθρώπων σχετικά με την επίδραση του κλίματος σε αυτούς και την επίδραση των ιδίων στο κλιματικό σύστημα, η κατανόηση του κοινού θα συνεχίσει να αυξάνεται. Το κλίμα είναι ένα ιδανικό διεπιστημονικό θέμα για τη δια βίου μάθηση σχετικά με την επιστημονική διαδικασία και τους τρόπους με τους οποίους οι άνθρωποι επηρεάζουν και επηρεάζονται από τα συστήματα της Γης. Αυτό το πλούσιο θέμα μπορεί να προσεγγιστεί σε πολλά επίπεδα, από τη σύγκριση του καθημερινού καιρού με μακροπρόθεσμες καταγραφές έως τη διερεύνηση αφηρημένων αναπαραστάσεων του κλίματος σε υπολογιστικά μοντέλα και την εξέταση του τρόπου με τον οποίο η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την υγεία του ανθρώπου και του οικοσυστήματος. Οι εκπαιδευόμενοι όλων των ηλικιών μπορούν να χρησιμοποιήσουν δεδομένα από δικά τους πειράματα, δεδομένα που συλλέγονται από δορυφόρους και άλλα συστήματα παρατήρησης ή αρχεία από μια σειρά φυσικών, χημικών, βιολογικών, γεωγραφικών, κοινωνικών, οικονομικών και ιστορικών πηγών για τη διερεύνηση των επιπτώσεων του κλίματος και των πιθανών στρατηγικών προσαρμογής και μετριασμού του προβλήματος.

Πώς γνωρίζουμε τι είναι επιστημονικά σωστό;

Η διαδικασία αξιολόγησης από ειδικούς

Η επιστήμη είναι μια συνεχής διαδικασία παρατήρησης και χρήσης αποδεικτικών στοιχείων για τον έλεγχο υποθέσεων. Καθώς αναπτύσσονται νέες ιδέες και αποκτώνται νέα δεδομένα, συχνά μέσω των νέων τεχνολογιών, η κατανόησή μας εξελίσσεται. Η επιστημονική κοινότητα χρησιμοποιεί έναν

εξαιρετικά τυποποιημένο τρόπο αξιολόγησης από ειδικούς στον χώρο για την επικύρωση των αποτελεσμάτων της έρευνας και την κατανόηση της σημασίας τους. Οι ερευνητές περιγράφουν τα πειράματα, τα αποτελέσματα και τις ερμηνείες τους σε επιστημονικά κείμενα και τα υποβάλλουν σε επιστημονικά περιοδικά που εξειδικεύονται στον τομέα της επιστήμης τους. Οι επιστήμονες που είναι ειδικοί σε αυτόν τον τομέα χρησιμεύουν ως «κριτές» για το περιοδικό: διαβάζουν προσεκτικά το κείμενο για να κρίνουν την αξιοπιστία του ερευνητικού σχεδιασμού και να ελέγξουν ότι οι ερμηνείες υποστηρίζονται από τα δεδομένα. Με βάση τις κρίσεις, οι συντάκτες των περιοδικών μπορούν να δεχτούν ή να απορρίψουν τα κείμενα ή να ζητήσουν από τους συγγραφείς να κάνουν αναθεωρήσεις εάν η μελέτη έχει ανεπαρκή δεδομένα ή αβάσιμες ερμηνείες. Με αυτή τη διαδικασία, μόνο εκείνες οι έννοιες που έχουν περιγραφεί μέσω καλά τεκμηριωμένης έρευνας και έχουν υποβληθεί στον έλεγχο άλλων ειδικών στον τομέα, γίνονται δημοσιευμένες εργασίες σε επιστημονικά περιοδικά και αποδεκτές ως τρέχουσες επιστημονικές γνώσεις. Παρόλο που η αξιολόγηση από ειδικούς δεν εγγυάται ότι οποιοδήποτε συγκεκριμένο δημοσιευμένο αποτέλεσμα είναι έγκυρο, παρέχει ωστόσο σημαντική διαβεβαίωση ότι η εργασία έχει προσεκτικά ελεγχθεί ως προς την ακρίβειά της από ειδικούς πριν από τη δημοσίευση. Η συντριπτική πλειοψηφία των άρθρων που αξιολογούνται από ειδικούς σχετικά με την παγκόσμια κλιματική αλλαγή αναγνωρίζουν ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες συμβάλλουν σημαντικά.

Οι τεκμηριωμένες αποφάσεις για το κλίμα απαιτούν ολοκληρωμένη προσέγγιση.

Τις επόμενες δεκαετίες οι επιστήμονες αναμένουν ότι η κλιματική αλλαγή θα έχει αυξανόμενες επιπτώσεις στα ανθρώπινα και φυσικά συστήματα. Σε έναν θερμότερο κόσμο, η προσβασιμότητα σε τρόφιμα, νερό, πρώτες ύλες και ενέργεια είναι πιθανό να αλλάξει. Η ανθρώπινη υγεία, η βιοποικιλότητα, η οικονομική σταθερότητα και η εθνική ασφάλεια αναμένεται επίσης να επηρεαστούν από την κλιματική αλλαγή. Οι προβλέψεις των κλιματικών μοντέλων υποδηλώνουν ότι οι αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα υπερτερούν σημαντικά των θετικών. Η ικανότητα ενός έθνους να προετοιμαστεί και να προσαρμοστεί στις νέες συνθήκες μπορεί να ξεπεραστεί, καθώς αυξάνεται ο ρυθμός της κλιματικής αλλαγής. Η μείωση της ευαλωτότητάς μας σε αυτές τις επιπτώσεις εξαρτάται όχι μόνο από την ικανότητά μας να κατανοήσουμε την Επιστήμη για το Κλίμα και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, αλλά και από την ικανότητά μας να ενσωματώσουμε και να χρησιμοποιήσουμε αποτελεσματικά αυτές τις γνώσεις. Θα απαιτηθούν αλλαγές στην οικονομία και τις υποδομές μας, καθώς και στις ατομικές μας στάσεις, τις κοινωνικές αξίες και τις κυβερνητικές πολιτικές προκειμένου να αλλάξει η τρέχουσα πορεία των επιπτώσεων του κλίματος στις ανθρώπινες ζωές. Η αποφασιστικότητα των ατόμων, των κοινοτήτων και των χωρών να προσδιορίσουν και να εφαρμόσουν αποτελεσματικές στρατηγικές διαχείρισης για κρίσιμους θεσμικούς και φυσικούς πόρους θα είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί η σταθερότητα τόσο των ανθρώπινων όσο και των φυσικών συστημάτων καθώς αυξάνονται οι θερμοκρασίες. Αυτό το κείμενο Γραμματισμού της Επιστήμης για το Κλίμα επικεντρώνεται κυρίως στις φυσικές και βιολογικές επιστημονικές πτυχές του κλίματος και της κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, καθώς τα έθνη και η διεθνής κοινότητα αναζητούν λύσεις για την παγκόσμια κλιματική αλλαγή τις επόμενες δεκαετίες, μια πιο ολοκληρωμένη, διεπιστημονική προσέγγιση του Κλιματικού Γραμματισμού -που περιλαμβάνει οικονομικές και κοινωνικές εκτιμήσεις- θα διαδραματίσει ζωτικό ρόλο σε έναν σχεδιασμό που θα χαρακτηρίζεται από επίγνωση, τη λήψη αποφάσεων και τη «χρηστή» διακυβέρνηση. Μια νέα προσπάθεια βρίσκεται σε εξέλιξη στην περιοχή των κοινωνικών επιστημών για την παραγωγή ενός συνοδευτικού κειμένου που

θα αντιμετωπίσει αυτές τις πτυχές του Κλιματικού Γραμματισμού. Από κοινού, τα κείμενα αυτά θα προωθήσουν τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και αποτελεσματικές αντιδράσεις σε επίπεδο συστημάτων σε ζητήματα κλιματικής αλλαγής τα οποία θα αντικατοπτρίζουν βασική κατανόηση της Επιστήμης για το Κλίμα. Είναι επιτακτική ανάγκη αυτές οι αντιδράσεις στην κλιματική αλλαγή να ενστερνιστούν την ακόλουθη κατευθυντήρια αρχή:

Κατευθυντήρια αρχή για ενημερωμένες αποφάσεις για το κλίμα

Οι άνθρωποι μπορούν να αναλάβουν δράσεις για τη μείωση της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεών της.

α. Οι πληροφορίες για το κλίμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μείωση των ευάλωτων σημείων ή την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των κοινοτήτων και των οικοσυστημάτων που επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή. Η συνέχιση της βελτίωσης της επιστημονικής κατανόησης για το κλιματικό σύστημα και της ποιότητας των εκθέσεων προς τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και λήψης αποφάσεων είναι ζωτικής σημασίας.

β. Η μείωση της ανθρώπινης ευαισθησίας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής εξαρτάται όχι μόνο από την ικανότητά μας να κατανοήσουμε την Επιστήμη για το Κλίμα, αλλά και από την ικανότητά μας να ενσωματώσουμε αυτή τη γνώση στην ανθρώπινη κοινωνία. Οι αποφάσεις που αφορούν το κλίμα της Γης πρέπει να λαμβάνονται με κατανόηση των πολύπλοκων διασυνδέσεων μεταξύ των φυσικών και βιολογικών συστατικών του γήινου συστήματος, καθώς και των συνεπειών τέτοιων αποφάσεων στα κοινωνικά, οικονομικά και πολιτιστικά συστήματα.

γ. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μπορεί να επηρεάσουν την ασφάλεια των Εθνών. Η μειωμένη διαθεσιμότητα νερού, τροφίμων και γης μπορεί να οδηγήσει σε ανταγωνισμό και συγκρούσεις μεταξύ των ανθρώπων, οδηγώντας ενδεχομένως σε μεγάλες ομάδες κλιματικών προσφύγων.

δ. Οι άνθρωποι μπορεί να είναι σε θέση να μετριάσουν την κλιματική αλλαγή ή να μειώσουν τη σοβαρότητά της μειώνοντας τις συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου μέσω διαδικασιών που απομακρύνουν τον άνθρακα από την ατμόσφαιρα ή μειώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

ε. Απαιτείται συνδυασμός στρατηγικών για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η πιο άμεση στρατηγική είναι η διατήρηση του πετρελαίου, του φυσικού αερίου και του άνθρακα, στα οποία βασιζόμαστε ως καύσιμα για το μεγαλύτερο μέρος των μεταφορών, της θέρμανσης, της ψύξης, της γεωργίας και της ηλεκτρικής ενέργειας. Οι βραχυπρόθεσμες στρατηγικές περιλαμβάνουν τη μετάβαση από τη χρήση άνθρακα σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η οποία απαιτεί επίσης την κατασκευή νέων υποδομών για εναλλακτικές πηγές ενέργειας. Οι μακροπρόθεσμες στρατηγικές περιλαμβάνουν την καινοτόμο έρευνα και θεμελιώδη αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι χρησιμοποιούν την ενέργεια.

στ. Οι άνθρωποι μπορούν να προσαρμοστούν στην κλιματική αλλαγή μειώνοντας την ευάλωτότητά τους στις επιπτώσεις της. Δράσεις όπως η μετακίνηση σε υψηλότερα σημεία για την αποφυγή της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, η φύτευση νέων καλλιεργειών που θα ευδοκούν υπό νέες κλιματικές συνθήκες ή η χρήση νέων τεχνολογιών στα κτίρια αποτελούν στρατηγικές προσαρμογής. Η προσαρμογή συχνά απαιτεί οικονομικές επενδύσεις σε νέα ή βελτιωμένη έρευνα, στην τεχνολογία και τις υποδομές.

ζ. Οι ενέργειες που αναλαμβάνονται από μεμονωμένα άτομα, κοινότητες, πολιτείες και χώρες επηρεάζουν το κλίμα. Οι πρακτικές και οι πολιτικές που ακολουθούνται στα σπίτια, τα σχολεία, τις

επιχειρήσεις και τις κυβερνήσεις μπορούν να επηρεάσουν το κλίμα. Οι σχετικές με το κλίμα αποφάσεις που παίρνονται από μια γενιά μπορούν να προσφέρουν ευκαιρίες αλλά και να περιορίσουν το φάσμα των δυνατοτήτων που προσφέρονται στην επόμενη γενιά. Τα βήματα προς τη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής μπορούν να επηρεάσουν τη σημερινή γενιά παρέχοντας άλλα οφέλη, όπως η βελτίωση των υποδομών της δημόσιας υγείας και βιώσιμα δομημένα περιβάλλοντα.

Βασικές Αρχές του Κλιματικού Γραμματισμού

1. Ο Ήλιος είναι η κύρια πηγή ενέργειας για το κλιματικό σύστημα της Γης.

α. Το φως του ήλιου που φτάνει στη Γη μπορεί να θερμάνει τη στεριά, τον ωκεανό και την ατμόσφαιρα. Μέρος αυτού του ηλιακού φωτός αντανακλάται πίσω στο διάστημα από την επιφάνεια, τα σύννεφα ή τον πάγο. Μεγάλο μέρος του ηλιακού φωτός που φτάνει στη Γη, απορροφάται και θερμαίνει τον πλανήτη.

β. Όταν η Γη εκπέμπει την ίδια ποσότητα ενέργειας που απορροφά, το ενεργειακό ισοζύγιο της είναι ισορροπημένο και η μέση θερμοκρασία της παραμένει σταθερή.

γ. Η κλίση του άξονα της Γης σε σχέση με την τροχιά της γύρω από τον Ήλιο έχει ως αποτέλεσμα προβλέψιμες αλλαγές στη διάρκεια της ημέρας και στην ποσότητα του ηλιακού φωτός που λαμβάνεται σε οποιοδήποτε γεωγραφικό πλάτος καθ' όλη τη διάρκεια ενός έτους. Αυτές οι αλλαγές προκαλούν τον ετήσιο κύκλο των εποχών και τις σχετικές αλλαγές θερμοκρασίας.

δ. Οι σταδιακές αλλαγές στην περιστροφή και την τροχιά της Γης γύρω από τον Ήλιο αλλάζουν την ένταση του ηλιακού φωτός που δέχονται οι περιοχές των πόλων και του ισημερινού στον πλανήτη μας. Για τουλάχιστον το τελευταίο 1 εκατομμύριο χρόνια, αυτές οι αλλαγές συνέβησαν σε κύκλους των 100.000 ετών που προκάλεσαν εποχές παγετώνων και μικρότερες θερμές περιόδους μεταξύ αυτών.

ε. Μια σημαντική αύξηση ή μείωση της ποσότητας της ενέργειας του Ήλιου θα προκαλούσε θέρμανση ή ψύξη της Γης. Δορυφορικές μετρήσεις που ελήφθησαν τα τελευταία 30 χρόνια δείχνουν ότι η ποσότητα ενέργειας του Ήλιου έχει αλλάξει μόνο ελαφρώς και προς τις δύο κατευθύνσεις (αύξηση και μείωση). Αυτές οι αλλαγές στην ενέργεια του Ήλιου πιστεύεται ότι είναι πολύ μικρές για να είναι η αιτία της πρόσφατης θέρμανσης που παρατηρήθηκε στη Γη.

2. Το κλίμα ρυθμίζεται από πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συστατικών του Γήινου συστήματος.

α. Το κλίμα της Γης επηρεάζεται από αλληλεπιδράσεις που περιλαμβάνουν τον Ήλιο, τον ωκεανό, την ατμόσφαιρα, τα σύννεφα, τον πάγο, το έδαφος και τη ζωή. Το κλίμα ποικίλλει ανάλογα με την περιοχή ως αποτέλεσμα τοπικών διαφοροποιήσεων σε αυτές τις αλληλεπιδράσεις.

β. Καλύπτοντας το 70% της επιφάνειας της Γης, ο ωκεανός ασκεί σημαντικό έλεγχο στο κλίμα κυριαρχώντας στους κύκλους ενέργειας και νερού της Γης. Έχει την ικανότητα να απορροφά μεγάλες ποσότητες ηλιακής ενέργειας. Η θερμότητα και οι υδρατμοί αναδιανέμονται παγκοσμίως μέσω των ωκεάνιων ρευμάτων λόγω πυκνότητας και της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας. Οι αλλαγές στην ωκεάνια κυκλοφορία που προκαλούνται από τεκτονικές κινήσεις ή μεγάλες εισροές γλυκού νερού από το λιώσιμο των πάγων από τους πόλους μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές, ακόμη και απότομες αλλαγές στο κλίμα σε τοπική και παγκόσμια κλίμακα.

γ. Η ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που απορροφάται ή ακτινοβολείται από τη Γη διαμορφώνεται από την ατμόσφαιρα και εξαρτάται από τη σύνθεσή της. Τα αέρια του θερμοκηπίου -όπως οι υδρατμοί, το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο- εμφανίζονται με τρόπο φυσικό σε μικρές ποσότητες και απορροφούν και απελευθερώνουν θερμική ενέργεια πιο αποτελεσματικά από τα άφθονα ατμοσφαιρικά αέρια όπως το άζωτο και το οξυγόνο. Μικρές αυξήσεις στη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα έχουν μεγάλη επίδραση στο κλιματικό σύστημα.

δ. Η αφθονία των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα ελέγχεται από βιογεωχημικούς κύκλους που μετακινούν συνεχώς αυτά τα συστατικά μεταξύ των δεξαμενών των ωκεανών, της στεριάς, της ζωής και της ατμόσφαιρας. Η αφθονία του άνθρακα στην ατμόσφαιρα μειώνεται μέσω της συσσώρευσης στα ιζήματα του θαλάσσιου πυθμένα και στη φυτική βιομάζα και αυξάνεται λόγω της αποψίλωσης των δασών και της καύσης ορυκτών καυσίμων, καθώς και άλλων διαδικασιών.

ε. Τα αερομεταφερόμενα σωματίδια, που ονομάζονται «αερολύματα», έχουν πολύπλοκη επίδραση στο ενεργειακό ισοζύγιο της Γης: μπορούν να προκαλέσουν τόσο ψύξη, αντανακλώντας το εισερχόμενο ηλιακό φως πίσω στο διάστημα, όσο και θέρμανση απορροφώντας και απελευθερώνοντας θερμική ενέργεια στην ατμόσφαιρα. Μικρά στερεά και υγρά σωματίδια μπορούν να εισαχθούν στην ατμόσφαιρα μέσω ποικίλων φυσικών και ανθρωπογενών διεργασιών, συμπεριλαμβανομένων των ηφαιστειακών εκρήξεων, των θαλάσσιων ψεκασμών, των δασικών πυρκαγιών και των εκπομπών που παράγονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

στ. Η διασύνδεση των συστημάτων της Γης σημαίνει ότι μια σημαντική αλλαγή σε οποιοδήποτε συστατικό του κλιματικού συστήματος μπορεί να επηρεάσει την ισορροπία ολόκληρου του Γήινου συστήματος. Κύκλοι θετικής ανάδρασης μπορούν να ενισχύσουν αυτές τις επιδράσεις και να προκαλέσουν απότομες αλλαγές στο κλιματικό σύστημα. Αυτές οι πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μπορεί να οδηγήσουν σε κλιματική αλλαγή που είναι ταχύτερη και σε μεγαλύτερη κλίμακα από ό,τι προβλέπεται από τα τρέχοντα κλιματικά μοντέλα.

3. Η ζωή στη Γη εξαρτάται και διαμορφώνεται από το κλίμα και επηρεάζει το κλίμα.

α. Μεμονωμένοι οργανισμοί επιβιώνουν μέσα σε συγκεκριμένα εύρη θερμοκρασίας, βροχόπτωσης, υγρασίας και ηλιακού φωτός. Οι οργανισμοί που εκτίθενται σε κλιματικές συνθήκες εκτός των φυσιολογικών ορίων τους πρέπει να προσαρμοστούν ή να μεταναστεύσουν, διαφορετικά θα χαθούν.

β. Η παρουσία μικρών ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου που παγιδεύουν τη θερμότητα στην ατμόσφαιρα θερμαίνει την επιφάνεια της Γης, με αποτέλεσμα έναν πλανήτη που διατηρεί το νερό σε υγρή μορφή και τη ζωή.

γ. Οι αλλαγές στις κλιματικές συνθήκες μπορούν να επηρεάσουν την υγεία και λειτουργία των οικοσυστημάτων και την επιβίωση ολόκληρων ειδών. Τα πρότυπα κατανομής των απολιθωμάτων δείχνουν αποδεικτικά στοιχεία σταδιακών καθώς και απότομων εξαφανίσεων ειδών που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή στο παρελθόν.

δ. Μια σειρά καταγραφών δείχνουν ότι τα τελευταία 10.000 χρόνια ήταν μια ασυνήθιστα σταθερή περίοδος στην ιστορία του κλίματος της Γης. Οι σύγχρονες ανθρώπινες κοινωνίες αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Τα γεωργικά, οικονομικά καθώς και τα συστήματα μεταφοράς στα οποία βασιζόμαστε είναι ευάλωτα εάν το κλίμα αλλάξει σημαντικά.

ε. Η ζωή -συμπεριλαμβανομένων των μικροβίων, των φυτών, των ζώων και των ανθρώπων- είναι ένας σημαντικός παράγοντας του παγκόσμιου κύκλου άνθρακα και μπορεί να επηρεάσει το παγκόσμιο κλίμα τροποποιώντας τη χημική σύνθεση της ατμόσφαιρας. Το γεωλογικό αρχείο δείχνει ότι η ζωή έχει αλλάξει σημαντικά την ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της ιστορίας της Γης.

4. Το κλίμα ποικίλλει στον χώρο και τον χρόνο τόσο μέσω φυσικών όσο και ανθρωπογενών διαδικασιών.

α. Το κλίμα καθορίζεται από το μακροπρόθεσμο πρότυπο μέσων και ακραίων τιμών θερμοκρασίας και βροχόπτωσης σε μια τοποθεσία. Οι περιγραφές του κλίματος μπορούν να αναφέρονται σε τοπικό, περιφερειακό ή παγκόσμιο επίπεδο. Το κλίμα μπορεί να περιγραφεί για διαφορετικά χρονικά διαστήματα, όπως δεκαετίες, χρόνια, εποχές, μήνες ή συγκεκριμένες ημερομηνίες του έτους.

β. Το κλίμα δεν είναι το ίδιο πράγμα με τον καιρό. Ο καιρός είναι η μεταβλητή κατάσταση της ατμόσφαιρας λεπτό προς λεπτό σε τοπική κλίμακα. Το κλίμα είναι μια εννοιολογική περιγραφή των μέσων καιρικών συνθηκών μιας περιοχής και του βαθμού στον οποίο οι συνθήκες αυτές ποικίλλουν σε μεγάλα χρονικά διαστήματα.

γ. Κλιματική αλλαγή είναι μια σημαντική και επίμονη αλλαγή στις μέσες ή στις ακραίες κλιματικές συνθήκες μιας περιοχής. Εποχικές διακυμάνσεις και πολυετείς κύκλοι (για παράδειγμα το φαινόμενο El Niño) που δημιουργούν θερμές, δροσερές, υγρές ή ξηρές περιόδους σε διαφορετικές περιοχές αποτελούν φυσικό κομμάτι της μεταβλητότητας του κλίματος. Δεν αντιπροσωπεύουν την κλιματική αλλαγή.

δ. Επιστημονικές παρατηρήσεις δείχνουν ότι το παγκόσμιο κλίμα έχει αλλάξει στο παρελθόν, αλλάζει τώρα και θα αλλάξει και στο μέλλον. Το μέγεθος και η κατεύθυνση αυτής της αλλαγής δεν είναι το ίδιο σε όλα τα μέρη της Γης.

ε. Με βάση στοιχεία από δακτυλίους δέντρων, άλλες φυσικές καταγραφές και επιστημονικές παρατηρήσεις που έγιναν σε όλο τον κόσμο, η μέση θερμοκρασία της Γης είναι τώρα θερμότερη από ό,τι ήταν τουλάχιστον τα τελευταία 1.300 χρόνια. Οι μέσες θερμοκρασίες έχουν αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία 50 χρόνια, ειδικά στην περιοχή του Βόρειου Πόλου.

στ. Οι φυσικές διεργασίες που οδηγούν στη μακροπρόθεσμη κλιματική μεταβλητότητα της Γης δεν εξηγούν την ταχεία κλιματική αλλαγή που παρατηρείται τις τελευταίες δεκαετίες. Η μόνη εξήγηση που είναι συνεπής με όλα τα διαθέσιμα στοιχεία είναι ότι οι ανθρωπογενείς επιπτώσεις διαδραματίζουν αυξανόμενο ρόλο στην κλιματική αλλαγή. Οι μελλοντικές αλλαγές στο κλίμα μπορεί να είναι γρήγορες σε σύγκριση με τις αλλαγές του παρελθόντος.

ζ. Οι φυσικές διεργασίες που απομακρύνουν στις μέρες μας το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα λειτουργούν με αργό ρυθμό σε σύγκριση με τις διαδικασίες που το προσθέτουν στην ατμόσφαιρα. Έτσι, το διοξείδιο του άνθρακα που εισάγεται σήμερα στην ατμόσφαιρα μπορεί να παραμείνει εκεί για έναν αιώνα ή περισσότερο. Άλλα αέρια του θερμοκηπίου, συμπεριλαμβανομένων ορισμένων που δημιουργούνται από τον άνθρωπο, μπορεί να παραμείνουν στην ατμόσφαιρα για χιλιάδες χρόνια.

5. Η κατανόησή μας για το κλιματικό σύστημα βελτιώνεται μέσω παρατηρήσεων, θεωρητικών μελετών και μοντέλων.

α. Τα συστατικά και οι διεργασίες του κλιματικού συστήματος της Γης υπόκεινται στους ίδιους φυσικούς νόμους με το υπόλοιπο Σύμπαν. Επομένως, η συμπεριφορά του κλιματικού συστήματος μπορεί να γίνει κατανοητή και να προβλεφθεί μέσω προσεκτικής και συστηματικής μελέτης.

β. Οι περιβαλλοντικές παρατηρήσεις αποτελούν το θεμέλιο για την κατανόηση του κλιματικού συστήματος. Όργανα σε μετεωρολογικούς σταθμούς, πλωτούς σημαντήρες, δορυφόρους και άλλες πλατφόρμες συλλέγουν κλιματικά δεδομένα από τον πυθμένα του ωκεανού μέχρι την επιφάνεια του Ήλιου. Οι επιστήμονες για να μάθουν για το κλίμα του παρελθόντος χρησιμοποιούν φυσικά αρχεία, όπως δακτυλίους δέντρων, πυρήνες πάγου και ιζηματογενή στρώματα. Ιστορικές παρατηρήσεις, όπως η γηγενής γνώση και τα προσωπικά ημερολόγια, καταγράφουν επίσης την κλιματική αλλαγή του παρελθόντος.

γ. Οι παρατηρήσεις, τα πειράματα και η θεωρία χρησιμοποιούνται για την κατασκευή και τη βελτίωση υπολογιστικών μοντέλων που αποτυπώνουν το κλιματικό σύστημα και κάνουν προβλέψεις για τη μελλοντική συμπεριφορά του. Τα αποτελέσματα αυτών των μοντέλων οδηγούν στην καλύτερη κατανόηση των σχέσεων μεταξύ του συστήματος ατμόσφαιρας-ωκεανού και των κλιματικών συνθηκών και δίνουν κίνητρο για περισσότερες παρατηρήσεις και πειράματα. Με την πάροδο του χρόνου, αυτή η επαναληπτική διαδικασία θα οδηγήσει σε πιο αξιόπιστες προβλέψεις των μελλοντικών κλιματικών συνθηκών.

δ. Η κατανόησή μας για το κλίμα διαφέρει σημαντικά από την κατανόησή μας για τον καιρό. Η ικανότητα των επιστημόνων του κλίματος να προβλέπουν κλιματικά πρότυπα σε επίπεδο μηνών, χρόνων ή δεκαετιών περιορίζεται από διαφορετικούς περιορισμούς από εκείνους που αντιμετωπίζουν μετεωρολόγοι στην πρόβλεψη του καιρού σε επίπεδο ημερών ή εβδομάδων.

ε. Οι επιστήμονες έχουν πραγματοποιήσει εκτεταμένη έρευνα σχετικά με τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά του κλιματικού συστήματος και η γνώση τους θα συνεχίσει να βελτιώνεται. Τρέχουσες προβλέψεις για την κλιματική αλλαγή είναι αρκετά αξιόπιστες ώστε να βοηθήσουν τους ανθρώπους να αξιολογήσουν πιθανές αποφάσεις και δράσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

6. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες επηρεάζουν το κλιματικό σύστημα.

α. Το σύνολο σχεδόν των επιστημονικών μελετών για το κλίμα συναινούν ότι το μεγαλύτερο μέρος της παρατηρούμενης αύξησης των παγκόσμιων μέσων θερμοκρασιών από το τέλος του 20^{ου} αιώνα οφείλεται πολύ πιθανόν σε ανθρώπινες δραστηριότητες, κυρίως από αυξήσεις στις συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου που προκύπτουν από την καύση ορυκτών καυσίμων.

β. Οι εκπομπές από την εκτεταμένη καύση ορυκτών καυσίμων από την έναρξη της Βιομηχανικής Επανάστασης έχουν αυξήσει τη συγκέντρωση αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Επειδή αυτά τα αέρια μπορούν να παραμείνουν στην ατμόσφαιρα για εκατοντάδες χρόνια πριν απομακρυνθούν από φυσικές διεργασίες, η θερμική τους επίδραση προβλέπεται να συνεχιστεί και τον επόμενο αιώνα.

γ. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν επηρεάσει τη στεριά, τους ωκεανούς και την ατμόσφαιρα και αυτές οι αλλαγές έχουν αλλάξει τα παγκόσμια κλιματικά πρότυπα. Η καύση ορυκτών καυσίμων, η απελευθέρωση χημικών ουσιών στην ατμόσφαιρα, η μείωση της δασικής κάλυψης και η ταχεία επέκταση της γεωργίας, της ανάπτυξης και των βιομηχανικών δραστηριοτήτων απελευθερώνουν διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και αλλάζουν την ισορροπία του κλιματικού συστήματος.

δ. Αυξανόμενα αποδεικτικά στοιχεία δείχνουν ότι οι αλλαγές σε πολλά φυσικά και βιολογικά συστήματα συνδέονται με την υπερθέρμανση του πλανήτη που προκαλείται από τον άνθρωπο. Ορισμένες αλλαγές που προκύπτουν από τις ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν μειώσει την ικανότητα του περιβάλλοντος να υποστηρίξει διάφορα είδη οργανισμών και έχουν μειώσει σημαντικά τη ποικιλομορφία των οικοσυστημάτων και την οικολογική ανθεκτικότητα.

ε. Οι επιστήμονες και οι οικονομολόγοι προβλέπουν ότι θα υπάρξουν τόσο θετικές όσο και αρνητικές επιπτώσεις από την παγκόσμια κλιματική αλλαγή. Εάν η αύξηση της θερμοκρασίας υπερβεί τους 2 με 3°C μέσα στον επόμενο αιώνα, οι συνέπειες των αρνητικών επιπτώσεων είναι πιθανό να είναι πολύ μεγαλύτερες από τις συνέπειες των θετικών επιπτώσεων.

7. Η κλιματική αλλαγή θα έχει συνέπειες στο Γήινο σύστημα και τις ανθρώπινες ζωές.

α. Το λιώσιμο των πάγων και των παγετώνων, σε συνδυασμό με τη θερμική διαστολή του θαλασσινού νερού καθώς οι ωκεανοί θερμαίνονται, προκαλεί άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Το θαλασσινό νερό αρχίζει να μετακινείται σε πεδινές εκτάσεις, να ρυπαίνει τις παράκτιες πηγές γλυκού νερού, να βυθίζει παράκτιες εγκαταστάσεις και φραγμογενείς νησίδες. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας αυξάνει τον κίνδυνο ζημιών σε σπίτια και κτίρια από κύματα καταιγίδας, όπως αυτά που συνοδεύουν τους τυφώνες.

β. Το κλίμα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια κατανομή του γλυκού νερού. Η αλλαγή στα πρότυπα βροχόπτωσης και θερμοκρασίας θα μεταβάλει την κατανομή και τη διαθεσιμότητα του γλυκού νερού, μειώνοντας την πρόσβαση στο νερό για πολλούς ανθρώπους και τις καλλιέργειές τους. Η προσθήκη στρωμάτων χιονιού κατά τους χειμώνες και οι ορεινοί παγετώνες που παρέχουν νερό για ανθρώπινη χρήση μειώνονται ως αποτέλεσμα της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

γ. Τα περιστατικά ακραίων καιρικών φαινομένων προβλέπεται να αυξηθούν ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής. Πολλές περιοχές θα δουν σημαντική αύξηση του αριθμού των κυμάτων καύσωνα που βιώνουν ετησίως και πιθανή μείωση των περιπτώσεων έντονου ψύχους. Οι βροχοπτώσεις αναμένεται να γίνουν λιγότερο συχνές αλλά πιο έντονες σε πολλές περιοχές και οι ξηρασίες θα είναι πιο συχνές και έντονες σε περιοχές όπου η μέση βροχόπτωση προβλέπεται να μειωθεί.

δ. Η χημεία του ωκεάνιου νερού αλλάζει με την απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Η αύξηση των επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα προκαλεί την αύξηση της οξύτητας του ωκεάνιου νερού, απειλώντας την επιβίωση των θαλάσσιων ειδών που δημιουργούν ασβεστολιθικά κελύφη και ολόκληρου του τροφικού πλέγματος του οποίου αποτελούν μέρος.

ε. Τα χερσαία και ωκεάνια οικοσυστήματα έχουν διαταραχθεί και θα συνεχίσουν να διαταράσσονται από την κλιματική αλλαγή. Τα ζώα, τα φυτά, τα βακτήρια και οι ιοί θα μεταναστεύσουν σε νέες περιοχές με ευνοϊκότερες κλιματολογικές συνθήκες. Μολυσματικές ασθένειες και ορισμένα είδη θα είναι σε θέση να εισβάλουν σε περιοχές που δεν κατοικούσαν προηγουμένως.

στ. Η υγεία των ανθρώπων και οι δείκτες θνησιμότητας θα επηρεαστούν σε διαφορετικό βαθμό σε συγκεκριμένες περιοχές του κόσμου ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής. Αν και οι θάνατοι που σχετίζονται με το κρύο προβλέπεται να μειωθούν, άλλοι κίνδυνοι προβλέπεται να αυξηθούν. Η συχνότητα εμφάνισης και το γεωγραφικό εύρος των ευαίσθητων στο κλίμα μολυσματικών ασθενειών -όπως η ελονοσία, ο δάγκειος πυρετός και

οι ασθένειες που μεταδίδονται με κρότωνες³- θα αυξηθούν. Η μειωμένη απόδοση των καλλιεργειών λόγω ξηρασίας, η υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα και των υδάτων και οι αυξημένοι κίνδυνοι σε παράκτιες περιοχές και περιοχές χαμηλού υψομέτρου θα συμβάλουν σε ανθυγιεινές συνθήκες, ιδίως για τους πιο ευάλωτους πληθυσμούς.

³ Παρασιτικό αρθρόποδο, ανήκει στην τάξη Ακάρεα και είναι γνωστό ως τσιμπούρι

Βασικοί ορισμοί

Ανάδραση: Η διαδικασία μέσω της οποίας ένα σύστημα ελέγχεται, αλλάζει ή διαμορφώνεται ως απόκριση στο δικό του παραγόμενο προϊόν. Η θετική ανάδραση έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση του παραγόμενου προϊόντος. Η αρνητική ανάδραση μειώνει το παραγόμενο προϊόν.

Ευαλωτότητα: Ο βαθμός στον οποίο τα φυσικά, βιολογικά και κοινωνικο-οικονομικά συστήματα είναι ευαίσθητα και ανίκανα να αντιμετωπίσουν τις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Καιρός: Οι ειδικές συνθήκες της ατμόσφαιρας σε ένα συγκεκριμένο τόπο και χρόνο, μετρούμενες με μεταβλητές που περιλαμβάνουν τη θερμοκρασία, τη βροχόπτωση, τη συννεφιά, την υγρασία, την πίεση του αέρα και τον άνεμο.

Κλίμα: Ο μακροπρόθεσμος μέσος όρος των συνθηκών στην ατμόσφαιρα, τους ωκεανούς, τα στρώματα πάγου στα βουνά και τα παγόβουνα που περιγράφονται από στατιστικά στοιχεία, όπως οι μέσες και οι ακραίες τιμές.

Κλιματική αλλαγή: Μια σημαντική και επίμονη αλλαγή στη μέση κατάσταση του κλίματος ή στη μεταβλητότητά του. Η κλιματική αλλαγή συμβαίνει ως απάντηση σε αλλαγές σε κάποια πτυχή του γήινου περιβάλλοντος: αυτές περιλαμβάνουν τακτικές αλλαγές στην τροχιά της Γης γύρω από τον ήλιο, αναδιάταξη των ηπείρων μέσω τεκτονικών κινήσεων των λιθοσφαιρικών πλακών ή ανθρωπογενή τροποποίηση της ατμόσφαιρας.

Κλιματική μεταβλητότητα: Φυσικές αλλαγές στο κλίμα που εμπίπτουν στο κανονικό εύρος ακραίων τιμών για μια συγκεκριμένη περιοχή, όπως μετριέται από τη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις και τη συχνότητα γεγονότων. Οι παράγοντες της μεταβλητότητας του κλίματος περιλαμβάνουν το φαινόμενο Ελ Νίνιο και άλλα φαινόμενα.

Κλιματικό σύστημα: Η ύλη, η ενέργεια και οι διεργασίες που εμπλέκονται στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ της ατμόσφαιρας της Γης, της υδρόσφαιρας, της κρυόσφαιρας, της λιθόσφαιρας, της βιόσφαιρας και των αλληλεπιδράσεων Γης – Ήλιου.

Κύκλος του άνθρακα: Κυκλοφορία ατόμων άνθρακα μέσω των συστημάτων της Γης ως αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής μετατροπής του διοξειδίου του άνθρακα σε πολύπλοκες οργανικές ενώσεις από τα φυτά, οι οποίες καταναλώνονται από άλλους οργανισμούς, και επιστροφή του άνθρακα στην ατμόσφαιρα ως διοξείδιο του άνθρακα με την αναπνοή, την αποσύνθεση των οργανισμών και την καύση των ορυκτών καυσίμων.

Μετριασμός: Ανθρώπινες παρεμβάσεις για τη μείωση των πηγών αερίων του θερμοκηπίου ή την ενίσχυση των μηχανισμών που τα απομακρύνουν από την ατμόσφαιρα.

Ορυκτά καύσιμα: Πηγές ενέργειας όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας ή το φυσικό αέριο, οι οποίες προέρχονται από ζωντανή ύλη που υπήρχε κατά τη διάρκεια μιας προηγούμενης γεωλογικής περιόδου.

Πιθανό, πολύ πιθανό, εξαιρετικά πιθανό, σχεδόν βέβαιο: Αυτοί οι όροι χρησιμοποιούνται από τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) για να δείξουν πόσο πιθανό είναι να συμβεί ένα προβλεπόμενο αποτέλεσμα στο κλιματικό σύστημα, σύμφωνα με την κρίση των ειδικών. Ένα αποτέλεσμα που θεωρείται «Πιθανό» να συμβεί έχει μεγαλύτερη από 66% πιθανότητα να συμβεί. Ένα «Πολύ πιθανό» αποτέλεσμα έχει πιθανότητα μεγαλύτερη από 90%. «Εξαιρετικά πιθανό» σημαίνει μεγαλύτερη από 95% πιθανότητα και «Σχεδόν βέβαιο» σημαίνει μεγαλύτερη από 99% πιθανότητα.

Πρόγνωση καιρού: Πρόβλεψη σχετικά με τις συγκεκριμένες ατμοσφαιρικές συνθήκες που αναμένονται για μια τοποθεσία στο βραχυπρόθεσμο μέλλον (ώρες έως ημέρες).

Πρόγνωση κλίματος: Πρόβλεψη για μέσες ή ακραίες κλιματικές συνθήκες για μια περιοχή στο μακροπρόθεσμο μέλλον (εποχές έως δεκαετίες).

Προσαρμογή: Πρωτοβουλίες και μέτρα για τη μείωση της ευαλωτότητας των φυσικών και ανθρώπινων συστημάτων έναντι των πραγματικών ή αναμενόμενων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Υπερθέρμανση του πλανήτη: Η παρατηρούμενη αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κοντά στην επιφάνεια της Γης και στο χαμηλότερο στρώμα της ατμόσφαιρας. Στην κοινή χρήση, η «υπερθέρμανση του πλανήτη» αναφέρεται συχνά στην αύξηση της θερμοκρασίας που έχει συμβεί ως αποτέλεσμα των αυξημένων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από ανθρώπινες δραστηριότητες. Η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι ένα είδος κλιματικής αλλαγής· μπορεί επίσης να οδηγήσει σε άλλες αλλαγές στις κλιματικές συνθήκες, όπως αλλαγές στα πρότυπα βροχόπτωσης.

Περαιτέρω πληροφορίες

Για μελλοντικές αναθεωρήσεις και αλλαγές σε αυτό το έγγραφο ή για να δείτε την τεκμηρίωση της διαδικασίας που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη αυτού του φυλλαδίου, επισκεφθείτε τη διεύθυνση www.climate.noaa.gov/education.

Επιπλέον, περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τον Κλιματικό Γραμματισμό και τους κλιματικούς πόρους διατίθενται στις διευθύνσεις:

- www.earthobservatory.nasa.gov
- www.epa.gov/climatechange
- <http://nsdl.org>
- www.climate.gov

Για να κατεβάσετε αυτόν τον οδηγό και σχετικά έγγραφα, επισκεφτείτε τη διεύθυνση: www.globalchange.gov