

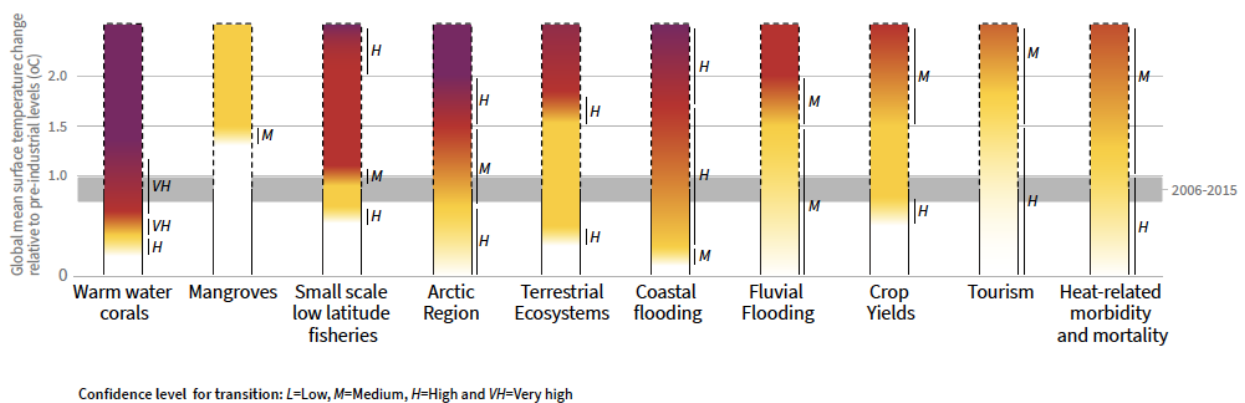
Τα Οικονομικά της Κλιματικής Αλλαγής

1. Εισαγωγή

Η Διακυβερνητική Διάσκεψη για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), στην πρόσφατη έκθεσή της (Οκτώβριος 2018), αναφέρει ότι:

- Οι ανθρώπινες δραστηριότητες εκτιμάται ότι έχουν οδηγήσει σε άνοδο της θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 1,0° C περίπου σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα, με πιθανό εύρος από 0,8° C έως 1,2° C. Η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη είναι πιθανόν να φθάσει σε 1,5° C μεταξύ 2030 και 2052, αν συνεχιστεί με το σημερινό ρυθμό.
- Οι συνδεδεμένοι με την κλιματική αλλαγή κίνδυνοι για την υγεία, τα μέσα διαβίωσης, την επισιτιστική ασφάλεια, την παροχή νερού, την ανθρώπινη ασφάλεια και την οικονομική ανάπτυξη εκτιμάται ότι θα πολλαπλασιαστούν με την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 1,5° C και ακόμη περισσότερο αν η θερμοκρασία αυξηθεί κατά 2° C.
- Οι κίνδυνοι αυτοί συναρτώνται με το μέγεθος και το ρυθμό της αύξησης της θερμοκρασίας, τη γεωγραφική θέση, το επίπεδο ανάπτυξης και το βαθμό τρωτότητας κάθε περιοχής, καθώς και από τις επιλογές και την εφαρμογή των μέτρων προσαρμογής και μετριασμού.

Impacts and risks for selected natural, managed and human systems



Πηγή: IPCC Special Report, Global Warming of 1.5° C, Οκτώβριος 2018.

- Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα επιλογών προσαρμογής που εκτιμάται ότι μπορούν να μειώσουν τους κινδύνους από την κλιματική αλλαγή. Ωστόσο, με την παραδοχή ότι η θερμοκρασία του πλανήτη θα αυξηθεί κατά 1,5°-2.0°C για ορισμένα ανθρώπινα και φυσικά συστήματα,

υπάρχουν περιορισμοί στις επιλογές και τις δυνατότητες προσαρμογής και άρα ανάλογες απώλειες. Ο αριθμός και η διαθεσιμότητα των επιλογών προσαρμογής ποικίλλουν ανά τομέα.

- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που εκτιμάται ότι θα αποφέρει η προσπάθεια των χωρών να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου με βάση τους στόχους που έχουν θέσει στο πλαίσιο της συμφωνίας των Παρισίων, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου παγκοσμίως αναμένεται να φθάσουν τους 52-58 Γιγατόνους ισοδύναμου CO₂ (GtCO₂eq) ετησίως το 2030. Οι κατευθύνσεις που ακολουθούνται για την επίτευξη αυτών των στόχων δεν θα μπορούσαν να περιορίσουν την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 1,5°C, ακόμη και αν συμπληρωθούν από δραστική αύξηση της κλίμακας και των στόχων μείωσης των εκπομπών μετά το 2030. Η αποφυγή αποκλίσεων από τους στόχους και η μελλοντική σε ευρεία κλίμακα αξιοποίηση τεχνολογιών απομάκρυνσης του διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα (carbon dioxide removal – CDR) εκτιμάται, με υψηλό βαθμό βεβαιότητας, ότι θα ήταν εφικτές μόνο αν οι παγκόσμιες εκπομπές CO₂ αρχίσουν να μειώνονται πολύ πριν από το 2030.

Η επικρατούσα άποψη στην επιστημονική κοινότητα είναι ότι ένα σενάριο μη δράσης (business as usual) μπορεί να έχει σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη ευημερία. Έχει επισημανθεί (βλ. π.χ. Nordhaus 2007, Stern 2008) ότι:

Αν ακολουθηθεί το σενάριο μη δράσης είναι πιθανόν, να δούμε το κλίμα να μεταβάλλεται με πολύ ταχείς ρυθμούς και σε μια κλίμακα που ο κόσμος δεν έχει βιώσει ποτέ άλλοτε στην πρόσφατη ιστορία.

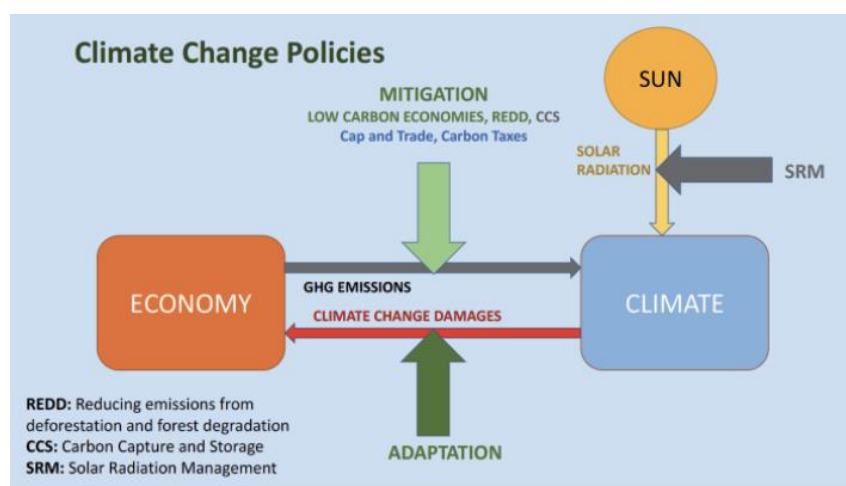
Εν όψει των ανωτέρω, τα οικονομικά της κλιματικής αλλαγής επιδιώκουν να αξιοποιήσουν τα πορίσματα των επιστημών οι οποίες σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, καθώς και τις προβλέψεις για το πώς αναμένεται να εξελιχθεί το κλίμα υπό την επίδραση των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με σκοπό να συμβάλουν στο σχεδιασμό οικονομικών πολιτικών που θα αποτρέπουν ή θα ελαχιστοποιούν ανεπιθύμητες επιπτώσεις.

Από τη σκοπιά της οικονομικής ανάλυσης, η κλιματική αλλαγή είναι μια αρνητική εξωτερικότητα. Γίνεται ευρέως δεκτό ότι η κλιματική αλλαγή αποτελεί τη μεγαλύτερη και πιο πολυδιάστατη μέχρι σήμερα αποτυχία των αγορών.

Η κλιματική αλλαγή ως εξωτερικότητα:

- Έχει παγκόσμιες επιπτώσεις. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε ένα δεδομένο τόπο έχουν επιπτώσεις που διαχέονται σε όλο τον πλανήτη, με διαφορετική ένταση ανά γεωγραφική περιοχή.
- Η μείωση των εκπομπών είναι ένα κατ' εξοχήν παγκόσμιο δημόσιο αγαθό. Από τη μείωση των εκπομπών ωφελούνται όλες οι χώρες, ενώ το κόστος της μείωσης το επωμίζονται μόνο οι χώρες που μειώνουν τις εκπομπές τους. Αυτό δημιουργεί κίνητρα εκμετάλλευσης των ωφελειών από αυτούς που δεν αναλαμβάνουν δράση (free riding).

Οι οικονομικές πολιτικές για την κλιματική αλλαγή αποβλέπουν στο *μετριασμό* των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, μέσα από τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, και στην *προσαρμογή* προς την κλιματική αλλαγή, μέσα από τον περιορισμό των ζημιών που αυτή συνεπάγεται. Ως εργαλεία για την εφαρμογή αυτών των πολιτικών χρησιμοποιούνται μεταξύ άλλων τα εξής: όσον αφορά τον μετριασμό, τα συστήματα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών (cap-and-trade policies), οι φόροι άνθρακα και οι μέθοδοι απομάκρυνσης του άνθρακα από την ατμόσφαιρα (carbon removal) και, όσον αφορά την προσαρμογή, επενδύσεις σε προγράμματα προσαρμογής. Η διαχείριση της ηλιακής ακτινοβολίας (solar radiation management – SRM) είναι ένα άλλο, εργαλείο για τη συγκράτηση της ανόδου της θερμοκρασίας, του οποίου η αποτελεσματικότητα βρίσκεται σε επίπεδο μελέτης, αλλά και το οποίο ενέχει μεγάλες αβεβαιότητες και κενά γνώσης, καθώς και σημαντικούς κινδύνους από την εφαρμογή του.



Πηγή: The Economics of Climate Change, Τράπεζα της Ελλάδος, 2018, Σχήμα 4.1.

Ο παρών τόμος παρέχει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των πιο πρόσφατων εξελίξεων στον τομέα των οικονομικών της κλιματικής αλλαγής, με ιδιαίτερη έμφαση στο σχεδιασμό της οικονομικής πολιτικής κατά τρόπο ώστε να αντιμετωπίζεται η εξωτερικότητα που συνδέεται με το κλίμα.

Επιπλέον, το βιβλίο φιλοδοξεί να αποτελέσει τη βάση για έναν διάλογο πάνω σε ένα σημαντικό ζήτημα που δεν έχει αναλυθεί επαρκώς στα οικονομικά της κλιματικής αλλαγής και το οποίο αφορά το ρόλο της νομισματικής πολιτικής και των κεντρικών τραπεζών υπό συνθήκες υπερθέρμανσης του πλανήτη. Έχει αναγνωριστεί πρόσφατα (π.χ. από την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα και την Τράπεζα της Αγγλίας) ότι οι λειτουργίες της κεντρικής τράπεζας υπό συνθήκες κλιματικής αλλαγής συνδέονται με την αποτίμηση των κλιματικών κινδύνων και των κινδύνων που σχετίζονται με τη μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα, τη διαχείριση και τις επιπτώσεις από την ύπαρξη περιουσιακών στοιχείων τα οποία σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα θα παραμείνουν αδρανή (stranded assets), την πιθανή διαφοροποίηση των κεφαλαιακών απαιτήσεων μεταξύ «πράσινων (green)» και «καφέ (brown)» στοιχείων ενεργητικού των τραπεζών, την ορθή τιμολόγηση των περιουσιακών στοιχείων με τη συνεκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και την πιθανή υιοθέτηση μιας νομισματικής πολιτικής «πράσινης» ποσοτικής χαλάρωσης.

Η διάταξη της ύλης του βιβλίου έχει ως εξής:

Το Κεφάλαιο 2 παρουσιάζει τη μοντελοποίηση του κλίματος για την περίοδο μετά τη βιομηχανική επανάσταση, δηλαδή την περίοδο της ανθρωπογενούς επιρροής. Το Κεφάλαιο 3 πραγματεύεται τον τρόπο με τον οποίο μοντελοποιούνται η οικονομία και το κλίμα ως συζευγμένα συστήματα. Προς το σκοπό αυτό, ως βασικό εργαλείο χρησιμοποιούνται τα ολοκληρωμένα μοντέλα αξιολόγησης (integrated assessment models – IAM) και, παρουσιάζεται το πιο διαδεδομένο μεταξύ αυτών, το μοντέλο Dynamic Integrated Model of Climate and Economy (DICE) που ανέπτυξε ο William Nordhaus, βραβευμένος με το βραβείο Νόμπελ στην οικονομική επιστήμη το 2018. Τα Κεφάλαια 4 και 5 παρουσιάζουν και αναλύουν τις δύο κύριες πολιτικές μετριασμού των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, δηλαδή τους φόρους επί του άνθρακα και τις πολιτικές cap-and-trade. Το Κεφάλαιο 6 παρουσιάζει και αναλύει τις πολιτικές προσαρμογής. Στο Κεφάλαιο 7 εξετάζονται τα κυριότερα δομικά στοιχεία των μοντέλων που συνδυάζουν την οικονομία και το κλίμα. Το Κεφάλαιο 8 επισκοπεί τη διεθνή περιβαλλοντική πολιτική και τις σχετικές διεθνείς συμφωνίες. Το Κεφάλαιο 9 συνοψίζει τα συμπεράσματα και υποδεικνύει πιθανές κατευθύνσεις για τη μελλοντική έρευνα.

2. Μοντελοποίηση του κλίματος για την περίοδο μετά τη βιομηχανική επανάσταση

Το κεφάλαιο παρουσιάζει το ενεργειακό ισοζύγιο όπως διαμορφώνεται από τη βασική σχέση μεταξύ εισερχόμενης και εξερχόμενης ακτινοβολίας, με σκοπό τη μοντελοποίηση της εξέλιξης της θερμοκρασίας. Η ακτινοβολία βραχέος κύματος που προσπίπτει κατά μέσο όρο στην επιφάνεια της γης είναι 340 W/m^2 . Περίπου το 1/3 αυτής ανακλάται άμεσα και επιστρέφει στο διάστημα. Σε κατάσταση ισορροπίας, η προκύπτουσα σε καθαρή βάση ακτινοβολία βραχέος κύματος πρέπει να αντirroπείται από την εξερχόμενη ακτινοβολία μακρού κύματος. Σε κατάσταση προβιομηχανικής ισορροπίας, οι εισερχόμενες και εξερχόμενες ροές ενέργειας ήταν ίσες μεταξύ τους και ως εκ τούτου η μέση θερμοκρασία του πλανήτη ήταν κατά μέσο όρο σταθερή.

Ωστόσο, κατά την περίοδο μετά τη βιομηχανική επανάσταση, λόγω της χρήσης ορυκτών καυσίμων, προκλήθηκε διατάραξη στο ενεργειακό ισοζύγιο. Αυτή η διατάραξη μετρείται σε W/m^2 και ονομάζεται **εξαναγκασμός** (forcing). Η διατάραξη συνίσταται στο ότι η εισερχόμενη ροή ενέργειας είναι μεγαλύτερη από την εξερχόμενη ροή, με αποτέλεσμα να προκαλείται αύξηση της θερμοκρασίας. Ο εξαναγκασμός μετρείται με τη σχέση μεταξύ προβιομηχανικής και σημερινής συγκέντρωσης CO_2 στην ατμόσφαιρα, η οποία είναι 288 ppm (μέρη ανά εκατομμύριο) και περίπου 400 ppm αντίστοιχα, ενώ είναι μηδενικός όταν δεν υπάρχει μεταβολή στη συγκέντρωση του CO_2 .

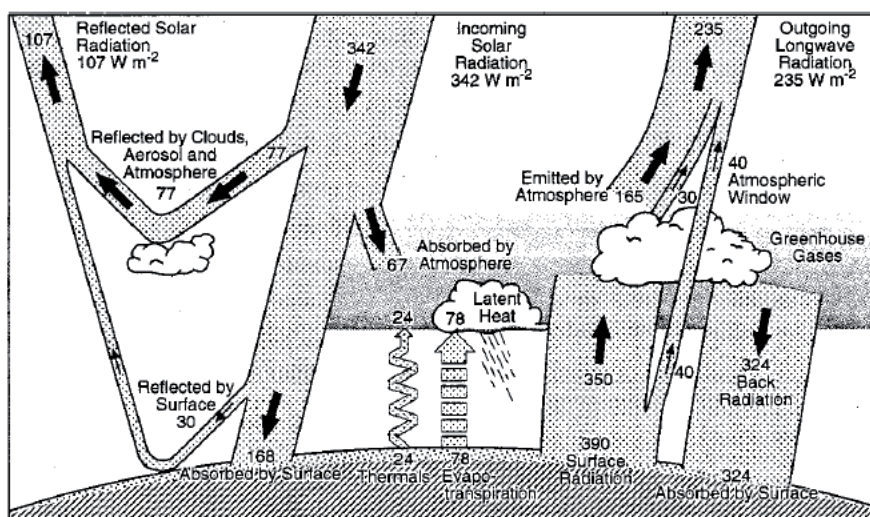


Figure 2.1. The earth's global mean energy budget

Source: Kiehl, J.T. and K.E. Trenberth (1997), "Earth's annual global mean energy budget", *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78, 2, page 206, Figure 7. ©American Meteorological Society. Used with permission.

Επίσης εισάγονται οι όροι α) **θερμοκρασιακή ανωμαλία**, δηλ. η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη, μετρούμενη σε βαθμούς Κελσίου ($^{\circ}\text{C}$), σε σύγκριση με την προβιομηχανική

θερμοκρασία ισορροπίας (steady-state), και β) **κλιματική ευαισθησία σε ισορροπία**, που αποτυπώνει την αντίδραση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη σε περίπτωση διπλασιασμού του CO₂. Η αντίδραση αυτή εκτιμάται (IPCC 2013) ότι κυμαίνεται σε ένα διάστημα 3° C ± 1,5° C.

Το κεφάλαιο εξετάζει επίσης την πιο πρόσφατη προσέγγιση, σύμφωνα με την οποία η θερμοκρασιακή ανωμαλία συνδέεται με μια κατά προσέγγιση σταθερή αναλογική σχέση με τη σωρευτική εκπομπή αερίων θερμοκηπίου από την προβιομηχανική περίοδο μέχρι σήμερα και εισάγει την έννοια της μεταβατικής απόκρισης άνθρακα στις εκπομπές (transient carbon response to emissions – TCRE). Αυτή η παράμετρος ορίζεται ως ο λόγος της μεταβολής της θερμοκρασίας προς τις σωρευτικές εκπομπές άνθρακα και εκτιμάται ότι κυμαίνεται μεταξύ 1,3 και 2,1° C ανά τρισεκατομμύριο τόνους άνθρακα.

Τέλος, το κεφάλαιο παρουσιάζει τη σχέση μεταξύ της μεταβολής της θερμοκρασίας και της οικονομίας, με δυναμικά συστήματα τα οποία συνδέουν α) τη μέση θερμοκρασία επιφάνειας του πλανήτη με τις μεταβολές της συγκέντρωσης CO₂ και β) τη συγκέντρωση CO₂ με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που δημιουργούνται από τις παραγωγικές διαδικασίες στην οικονομία. Αυτή η σύνδεση είναι αναγκαία για την ανάπτυξη ολοκληρωμένων μοντέλων αξιολόγησης.

3. Συνδέοντας την Οικονομία με το Κλίμα

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο επικεντρώνεται στο πως η οικονομία και το κλίμα μπορούν να συνδυασθούν σε ένα ενιαίο υπόδειγμα.

Ξεκινάει με την παρουσίαση της σύγχρονης προσέγγισης όσον αφορά στην μακροοικονομική θεωρία, σύμφωνα με την οποία, η μεγέθυνση, οι οικονομικοί κύκλοι και η οικονομική πολιτική πρέπει να μελετώνται από κοινού.

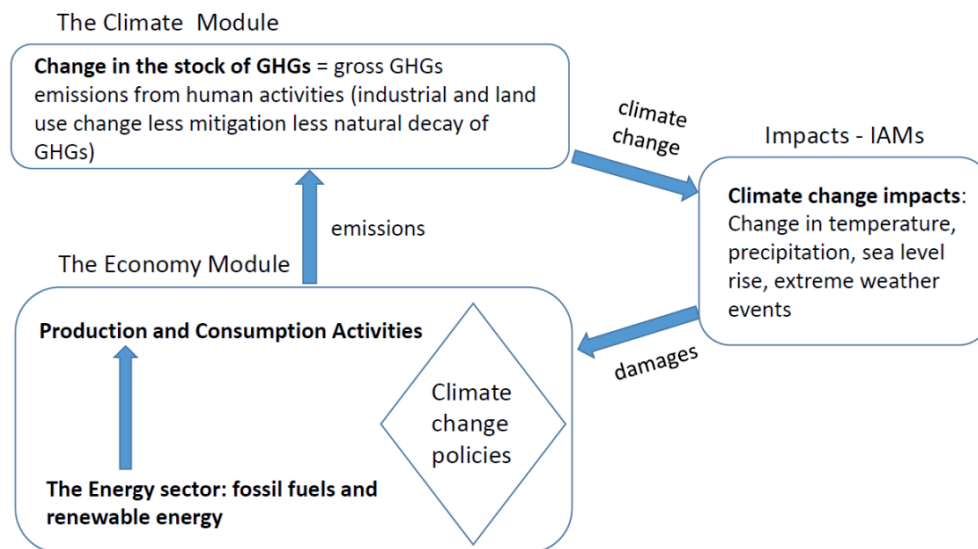
Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται υποδείγματα που προσομοιάζουν πραγματικές οικονομίες, και τα οποία, αν και απλά, μπορούν να αναπαράξουν σημαντικές πτυχές της συμπεριφοράς των πραγματικών οικονομιών μέσα στο χρόνο. Το σημαντικότερο από αυτά τα υποδείγματα είναι το γνωστό υπόδειγμα Πραγματικών Επιχειρηματικών Κύκλων (Real Business Cycles, RBC) οι βασικοί πυλώνες του οποίου παρουσιάζονται και συζητούνται.

Το κεφαλαίο συνεχίζει με την συζήτηση και παρουσίαση πιο πρόσφατων μακροοικονομικών υποδειγμάτων, τα οποία σε αντίθεση με την πρώιμη βιβλιογραφία πάνω στα υποδείγματα RBC,

συμπεριλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, ατέλειες αγορών, ατέλειες πολιτικής και ποικίλες διαταραχές. Αυτά τα υποδείγματα, γνωστά ως Δυναμικά Στοχαστικά Υποδείγματα Γενικής Ισορροπίας (Dynamic Stochastic General Equilibrium Models, DSGE) έχουν καθιερωθεί ως το εργαστήριο στο οποίο διεξάγεται η έρευνα στη σύγχρονη μακροοικονομική θεωρία και πολιτική.

Η πρόκληση είναι, πως το κλίμα και οι μεταβολές του μπορούν να ενσωματωθούν σε καθαρά οικονομικά υποδείγματα όπως τα προαναφερθέντα. Αυτά τα υποδείγματα που ενσωματώνουν τόσο ένα οικονομικό τομέα όσο και ένα μηχανισμό διαμόρφωσης του κλίματος είναι γνωστά ως Ολοκληρωμένα Υποδείγματα Αξιολόγησης (Integrated Assessment Models, IAMs). Το κεφάλαιο προχωράει με την παρουσίαση των βασικών χαρακτηριστικών αυτών των υποδειγμάτων.

Πιο συγκεκριμένα, στο πλαίσιο των IAMs, μπορούμε να δούμε την ακόλουθη αλυσίδα αλληλεπιδράσεων. Η προκαλούμενη από τον άνθρωπο αλλαγή του κλίματος οφείλεται στην αύξηση των εκπομπών των λεγόμενων αερίων του θερμοκηπίου και των επιπέδων συγκέντρωσής τους στην ατμόσφαιρα. Η επιστήμη του κλίματος μας λέει πως τα διαφορετικά επίπεδα συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου μπορούν να επηρεάσουν τη θερμοκρασία, τον όγκο και την ένταση των βροχοπτώσεων, τη νέφωση, τη συμπεριφορά των ανέμων αλλά και τη στάθμη της θάλασσας. Οι μεταβολές αυτές με τη σειρά τους έχουν ως αποτέλεσμα διάφορες φυσικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις, για παράδειγμα, στις αποδόσεις των καλλιεργειών, στα αποθέματα νερού, στην πανίδα αλλά και στα κίνητρα για μετανάστευση. Αυτές οι επιπτώσεις μπορούν στη συνέχεια να αποτιμηθούν και να εκφραστούν σε χρηματικούς όρους αλλά και να μελετηθούν στο πλαίσιο ενός οικονομικού υποδείγματος ώστε να διαμορφωθεί μία εκτίμηση σχετικά με το πιθανό οικονομικό κόστος της κλιματικής αλλαγής. Επιπρόσθετα, τα υποδείγματα αυτά, όντας δυναμικά, επιχειρούν να προβάλλουν τη μελλοντική διαδικασία εξέλιξης των εκπομπών, της μεταβολής της θερμοκρασίας, των φυσικών επιπτώσεων, αλλά και των οικονομικών ζημιών. Ωστόσο, η σχέση οικονομίας και κλίματος δεν είναι μονοσήμαντη αφού η οικονομία είναι και εκείνη που προκαλεί την αλλαγή του κλίματος, καθώς η αύξηση της παραγωγής και της κατανάλωσης οδηγεί σε περισσότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Ο τομέας της οικονομίας, που καθορίζει το ρυθμό εκπομπών των εν λόγω αερίων, είναι ο ενεργειακός τομέας με τις διάφορες μορφές και χρήσεις της ενέργειας. Πρέπει να επισημανθεί ωστόσο ότι κάθε πτυχή αυτής της αμφίδρομης αλληλεπίδρασης χαρακτηρίζεται από αβεβαιότητα και ένα βαθμό επιστημονικής διαφωνίας.

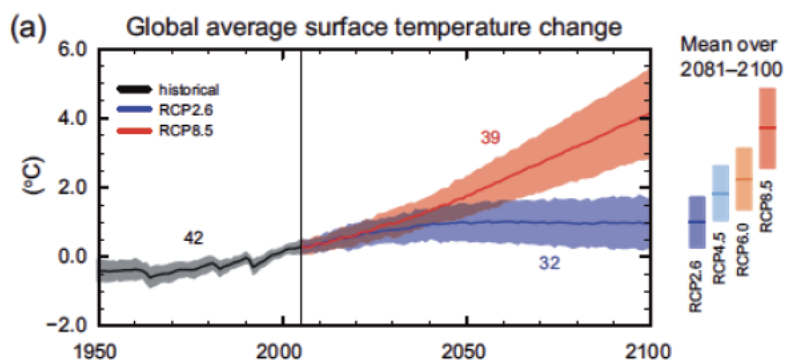


Τέλος, παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά των πιο σύγχρονων προσεγγίσεων όσον αφορά στην κατασκευή περιβαλλοντικών μακροοικονομικών υποδειγμάτων, όπως επίσης, και των διαθέσιμων εργαλείων πολιτικής προκειμένου να αντιμετωπισθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής.

Επίσης, συζητιούνται τα βασικά κανάλια διαμέσου των οποίων οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι και η κλιματική αλλαγή ενδέχεται να επηρεάσουν τους στόχους μίας κεντρικής τράπεζας και ως εκ τούτου την άσκηση της νομισματικής πολιτικής.

4. Πολιτικές για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής: Μετριασμός

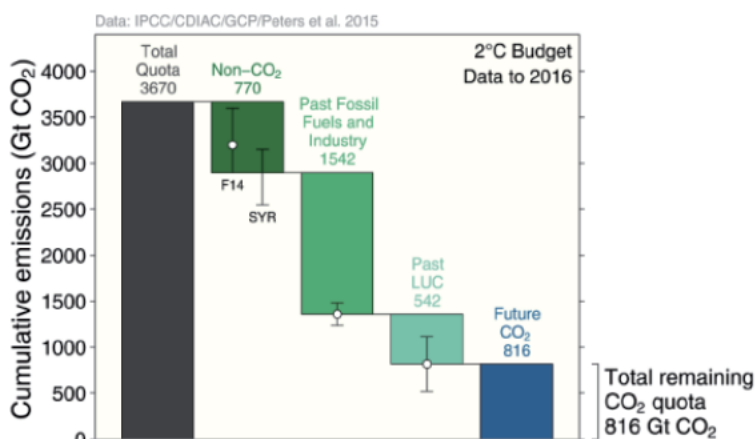
Το κεφάλαιο στην αρχή περιγράφει τις **αντιπροσωπευτικές τροχιές συγκέντρωσης** (representative concentration pathways – RCPs), σύμφωνα με τον όρο που καθιέρωσε η IPCC. Πρόκειται για σενάρια που περιλαμβάνουν χρονοσειρές εκπομπών και συγκεντρώσεων για ένα πλήρες σύνολο αερίων του θερμοκηπίου, αερολυμάτων και χημικά ενεργών αερίων, καθώς και στοιχεία χρήσεων γης. Τα RCPs αποτελούν σημαντικά εργαλεία για το σχεδιασμό πολιτικών μετριασμού και προσαρμογής. Όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα, το πλέον δυσμενές σενάριο (RCP 8,5) προκαλεί θερμοκρασιακή ανωμαλία ίση με 4^ο C περίπου.



Source: IPCC, 2013, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, UK and New York, NY: Cambridge University Press, Figure SPM.7.

Στη συνέχεια μελετάται η έννοια του **προϋπολογισμού άνθρακα**. Ο προϋπολογισμός άνθρακα δείχνει τη μέγιστη δυνατή ποσότητα των εκπομπών από την τρέχουσα περίοδο μέχρι κάποιο μελλοντικό χρόνο έτσι ώστε, με δεδομένη και την ποσότητα των εκπομπών που έχουν ήδη εκλυθεί από την προβιομηχανική περίοδο μέχρι σήμερα, να μη γίνεται υπέρβαση ενός στόχου για την αύξηση της θερμοκρασίας. Η ποσότητα άνθρακα που απαιτείται για να διασφαλιστεί με πιθανότητα 66% ότι αυτή η αύξηση θα παραμείνει κάτω από το στόχο 2° C εκτιμάται ότι δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 800-820 GtCO₂ περίπου και φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα (Global Carbon Project 2016).

The total remaining emissions from 2017 to keep global average temperature below 2°C (800GtCO₂) will be used in around 20 years at current emission rates



Grey: Total CO₂-only quota for 2°C with 66% chance. Green: Removed from CO₂ only quota. Blue: Remaining CO₂ quota. The remaining quotas are indicative and vary depending on definition and methodology
Source: Peters et al 2015; Global Carbon Budget 2016

Figure 4.5. Carbon quota for the 2 °C

Source: The Global Carbon Project, 2016. Reproduced under Creative Commons Attribution 3.0 License, available at <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>.

Για τον χαρακτηρισμό των **φόρων άνθρακα** είναι απαραίτητο να καθοριστεί και να εκτιμηθεί το **κοινωνικό κόστος του άνθρακα** (social cost of carbon – SCC). Αυτό ορίζεται ως το οικονομικό κόστος που προκαλείται από έναν επιπλέον τόνο εκπομπών CO₂ (ή άνθρακα) ή ισοδύναμου αυτού. Τυπικός δείκτης του είναι το οριακό κοινωνικό κόστος του άνθρακα, το οποίο αποτυπώνει τις μελλοντικές ζημίες ανά μονάδα αύξησης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η μεταβλητή αυτή είναι χρήσιμη για τη χάραξη πολιτικής, διότι μας βοηθά να κατανοήσουμε σε ποιο επίπεδο θα πρέπει να βρίσκονται οι τιμές των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (ή οι τιμές των αερίων του θερμοκηπίου γενικότερα).

Το κεφάλαιο παρουσιάζει το οριακό κοινωνικό κόστος, όπως εκτιμήθηκε από τον Nordhaus (2014) με τη χρήση του υποδείγματος DICE 2013R για το 2020. Οι εκτιμήσεις κυμαίνονται από 7,7 έως 103,7 δολάρια ΗΠΑ ανά τόνο CO₂, σε διεθνείς τιμές έτους 2005, και η εκτίμηση που προκύπτει από το βασικό σενάριο (baseline estimate) είναι 22,1 δολάρια ΗΠΑ. Η ευαισθησία των εκτιμήσεων του οριακού κοινωνικού κόστους του άνθρακα είναι το αποτέλεσμα διαφορετικών παραδοχών για το κοινωνικό προεξοφλητικό επιτόκιο, Οι εκτιμήσεις του οριακού κοινωνικού κόστους του άνθρακα σε περιφερειακό επίπεδο (Nordhaus 2014), με τη χρήση του υποδείγματος RICE2010, υποδηλώνουν ότι για την Ευρωπαϊκή Ένωση το οριακό κοινωνικό κόστος του άνθρακα για το 2015 είναι 12 δολάρια ΗΠΑ ανά τόνο CO₂, ενώ το αντίστοιχο μέγεθος σε παγκόσμιο επίπεδο για το ίδιο έτος είναι 18,6 δολάρια ΗΠΑ ανά τόνο CO₂.

Στην πράξη, οι φόροι επί του άνθρακα δεν είναι ευρέως διαδεδομένοι και το κυριότερο εργαλείο που χρησιμοποιείται είναι οι πολιτικές cap-and-trade. Και αυτό παρά το γεγονός ότι οι φόροι επί του άνθρακα θεωρούνται είτε ισοδύναμοι με τις πολιτικές cap-and-trade είτε πλεονεκτικότεροι έναντι αυτών, από την άποψη του ότι αποτρέπουν τη μεταβλητότητα των τιμών. Ορισμένα παραδείγματα φορολογίας του άνθρακα στην πράξη (Αυστραλία, Καναδάς, Δανία, Γαλλία, Νορβηγία, Ηνωμένο Βασίλειο), παρουσιάζονται στη βάση δεδομένων του ΟΟΣΑ (OECD 2017) για τα μέσα περιβαλλοντικής πολιτικής (<https://pinedatabase.oecd.org>) παρουσιάζονται στο κεφάλαιο.

Στην τελευταία ενότητα του κεφαλαίου περιγράφονται συνοπτικά: α) η δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα (carbon capture and storage – CCS, ως μέθοδος για τη μείωση των εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται σε μια διαδικασία μέσω της οποίας το διοξείδιο του άνθρακα το οποίο εκλύεται από μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα ή αερίου δεσμεύεται στο σημείο εκπομπής και στη συνέχεια αποθηκεύεται υπογείως, και β) η μείωση των εκπομπών από την αντιστροφή της αποψίλωσης και υποβάθμισης των δασών και την

ενίσχυση των δασών ως φυσικής αποθήκης άνθρακα στις αναπτυσσόμενες χώρες (στο πλαίσιο του προγράμματος REDD+). Σύμφωνα με τους υποστηρικτές του, το πρόγραμμα REDD + θα μπορούσε να επιτύχει μεγάλες, φθηνές και γρήγορες μειώσεις των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, παρέχοντας οικονομικά κίνητρα στους ιδιοκτήτες και χρήστες των δασών ώστε να προβαίνουν σε καλύτερη διαχείριση των δασών τους.

5. Πολιτικές για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής: Cap-and-trade

Το Κεφάλαιο αυτό εξετάζει τα Συστήματα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΣΕΔΕ) που αποτελούν μια εναλλακτική επιλογή στην πολιτική των φόρων άνθρακα και προσελκύουν συνεχώς αυξανόμενη προσοχή, ιδιαίτερα μετά την καθιέρωση του ΣΕΔΕ-ΕΕ (EU-ETS), του ευρωπαϊκού συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών για τον έλεγχο των αερίων του θερμοκηπίου (GHG). Το Κεφάλαιο εστιάζει σε συστήματα ορίων-και-εμπορίου και προσεγγίζει το θέμα τόσο θεωρητικά όσο και εμπειρικά για να καταλήξει συγκρίνοντας τις άδειες με τους φόρους.

Στο πλαίσιο ενός συστήματος ορίων-και-εμπορίου, η ρυθμιστική αρχή εκδίδει και διανέμει στην αγορά – χωρίς χρέωση, με δημοπρασία ή με συνδυασμό των δύο— έναν αριθμό δικαιωμάτων ίσο με το μέγεθος του ορίου εκπομπών. Τα δικαιώματα (άδειες) είναι ελεύθερα διαπραγματεύσιμα σε μια συγκεκριμένη αγορά, στην οποία προσδιορίζεται η τιμή τους. Η αποτελεσματικότητα της κατανομής των αδειών ανάμεσα στις ρυθμιζόμενες επιχειρήσεις επιτυγχάνεται ανεξάρτητα της μεθόδου αρχικής κατανομής των αδειών. Η εμπορία των αδειών, είτε μέσω της δημοπρασίας, είτε μέσω της δευτερογενούς αγοράς, τις οδηγεί τελικά να χρησιμοποιηθούν από τις επιχειρήσεις που προσδίδουν σε αυτές την υψηλότερη αξία.

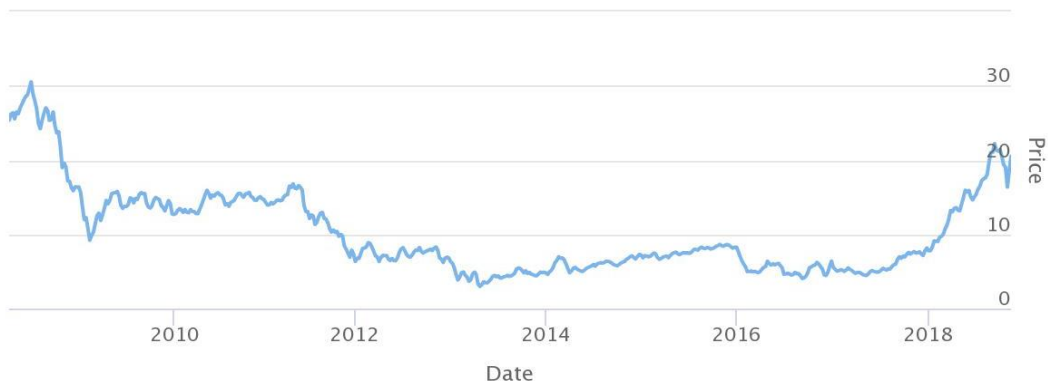
Τα ΣΕΔΕ είναι αποτελεσματικά κάτω από ιδανικές συνθήκες. Στην συνέχεια του Κεφαλαίου εξετάζονται οι δύο πιο σημαντικές αποτυχίες που μπορεί να προκύψουν, δηλαδή, του ατελούς ανταγωνισμού και του κόστους συναλλαγής. Παρουσιάζεται εν συντομία η σχετική βιβλιογραφία, επισημαίνοντας τις απαραίτητες τροποποιήσεις στον σχεδιασμό των συστημάτων ώστε να αποφευχθούν τα προβλήματα.

Η επόμενη ενότητα παρουσιάζει παλαιότερα, υφιστάμενα, αναδυόμενα και δυνητικά ΣΕΔΕ, ξεκινώντας από τις πρώτες εφαρμογές συστημάτων "netting", "bubbles" και "offset" και εστιάζοντας στα σημαντικότερα συστήματα ορίων-και-εμπορίου. Εξετάζονται εφαρμογές συστημάτων εμπορίας αδειών στις ΗΠΑ, όπως αυτό της εμπορίας αδειών SO₂ και πιο πρόσφατα

τα πρόγραμμα εμπορίας CO₂ στην Καλιφόρνια (CaT) και η Περιφερειακή Πρωτοβουλία Αερίων Θερμοκηπίου (RGGI). Το κύριο μέρος αυτής της ενότητας επικεντρώνεται στην παρουσίαση των τριών φάσεων του ΣΕΔΕ της ΕΕ (EU-ETS). Εξετάζεται η εξέλιξη των βασικών στοιχείων σχεδιασμού του προγράμματος, εστιάζοντας στη σταδιακή μετάβαση από την χωρίς χρέωση διανομή των αδειών στην δημοπράτησή τους και την υιοθέτηση ενός ενιαίου, σταδιακά μειούμενου, πανευρωπαϊκού ορίου εκπομπών.

Στη συνέχεια αναλύεται η εξέλιξη της τιμής των αδειών εστιάζοντας στην πτώση της τιμής μετά την οικονομική ύφεση και εν συνεχεία στην παραμονή της σε χαμηλά επίπεδα λόγω κυρίως της εντατικής χρήσης των διεθνών πιστωτικών μονάδων που δημιουργήθηκαν στα πλαίσια των προγραμμάτων JI και CDM. Όπως δείχνει το Σχήμα 5.1, η τιμή παρέμεινε γύρω στα 7€/τόνο μέχρι το τέλος της δεύτερης φάσης ενώ μετά το τέλος του 2017 έχει αυξηθεί απότομα φτάνοντας τα 20€/τόνο προς τα τέλη του 2018. Η ταχεία αυτή αύξηση οφείλεται εν μέρει στην αύξηση της οικονομικής δραστηριότητας, αλλά κυρίως στις προσαρμογές που γίνονται εν αναμονή της μείωσης του αριθμού των αδειών, που θα προκληθεί από το Market Stability Reserve κατά την περίοδο 2019-23. Η πλειοψηφία των αναλυτών εκτιμά ότι η αύξηση των τιμών θα συνεχιστεί, με σημαντικές επιπτώσεις στην τιμή της ενέργειας σε όλες τις χώρες της ΕΕ, αλλά κυρίως σε χώρες όπως η Ελλάδα, όπου η παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, που αντιπροσωπεύει σχεδόν το 60% των εκπομπών CO₂ της χώρας, έχει πολύ υψηλή ένταση εκπομπών (σχεδόν τριπλάσια από την μέση των ΕΕ28).

Το κεφάλαιο συνεχίζεται με την αξιολόγηση των εφαρμογών των ΣΕΔΕ. Τα προγράμματα που έχουν υλοποιηθεί φαίνεται να έχουν επιτύχει υψηλό επίπεδο αποτελεσματικότητας κόστους, εμφανίζοντας ελάχιστα στοιχεία στρεβλώσεων αγορών, αλλά σε ορισμένα προγράμματα σημαντικές απώλειες από την παρουσία του κόστους συναλλαγών. Η σημαντικότερη κριτική αφορά στην αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων να πετύχουν τον περιορισμό των εκπομπών. Τα σημαντικότερα μαθήματα από την εξέταση των υφιστάμενων ΣΕΔΕ περιλαμβάνουν: (α) χρησιμοποιήστε την δημοπράτηση για την διανομή των αδειών επειδή, εκτός από τη δημιουργία εσόδων, αυξάνει το κόστος της χειραγώγησης των τιμών, (β) χρησιμοποιήστε αποτελεσματικές ανώτατες και κατώτατες τιμές αδειών, και (γ) συνδέστε μεταξύ τους διάφορα προγράμματα, ώστε να διευρυνθεί η κάλυψη αγοράς και να μειωθεί έτσι η τρωτότητα της αγοράς στα προβλήματα ατελειών ανταγωνισμού και κόστους συναλλαγών.



Σχήμα 5.1 Η τιμή των αδειών στο ΣΕΔΕ-ΕΕ από 7 Απριλίου, 2008 έως 12 Νοεμβρίου, 2018.

Πηγή: Sandbag Smarter Climate Policy, accessed at: <https://sandbag.org.uk/carbon-price-viewer/>

Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τη σύγκριση των αγορών αδειών και των φόρων. Τα δύο αυτά εργαλεία περιβαλλοντικής πολιτικής που βασίζονται στην αγορά είναι ισοδύναμα κάτω από ιδανικές συνθήκες. Τα ΣΕΔΕ έχουν το πλεονέκτημα του καθορισμού της μέγιστης ποσότητας ρύπων, ενώ οι φόροι πρέπει να υπολογίζονται έτσι ώστε να επιτυγχάνουν τον δεδομένο ποσοτικό στόχο, κάτι που είναι ιδιαίτερα δύσκολο καθώς τόσο τα κόστη όσο και τα οφέλη είναι αβέβαια. Ωστόσο, θεωρητικά, ένα ΣΕΔΕ έχει ένα πρόσθετο μειονέκτημα λόγω πιθανών ατελειών στην αγορά αδειών. Η βιβλιογραφία έχει επισημάνει μια σειρά άλλων διαφορών μεταξύ των δύο εργαλείων πολιτικής, συμπεριλαμβανομένων αυτών που αφορούν την πολιτική αποδοχή και τις διοικητικές δαπάνες. Πιο πρόσφατες μελέτες προκρίνουν την χρήση υβριδικών συστημάτων που αφορούν τον καθορισμό είτε ορίων για τους φόρους είτε ανώτατες και κατώτατες τιμές στις τιμές των αδειών, στη βάση του ότι τα υβριδικά συστήματα λειτουργούν καλύτερα όσον αφορά την αποτελεσματικότητα, την εφαρμοσιμότητα και την αποδοχή.

6. Πολιτικές προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή

Η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, καθώς και στην αξιοποίηση των ευκαιριών που απορρέουν από αυτήν. Στο κεφάλαιο αυτό παρέχεται μια ευρεία επισκόπηση των οικονομικών της προσαρμογής, η οποία συμπεριλαμβάνει το θεωρητικό υπόβαθρο, τις διάφορες αναλυτικές και εμπειρικές μεθόδους, τις εκτιμήσεις του κόστους και των ωφελειών της προσαρμογής σε παγκόσμιο και τομεακό επίπεδο καθώς και τα εργαλεία άσκησης πολιτικής.

Σε παγκόσμια προοπτική, η προσπάθεια μετριασμού και η προσπάθεια προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή θα έπρεπε να εναρμονίζονται, καθώς το ένα υποκαθιστά το άλλο. Για τις περισσότερες χώρες το ποσοστό μετριασμού έχει καθοριστεί στο πλαίσιο μιας διεθνούς ή περιφερειακής συμφωνίας, οπότε το ζήτημα που αντιμετωπίζουν δεν αφορά τον επιμερισμό της προσπάθειας μεταξύ μετριασμού και προσαρμογής, αλλά μεταξύ της δράσης για προσαρμογή και της μη δράσης. Σε αυτό το πλαίσιο η προσπάθεια προσαρμογής θα πρέπει να φτάσει μέχρι το σημείο όπου το κόστος επιπρόσθετης προσαρμογής εξισώνεται με το κόστος των μακροχρόνιων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, εθνικοί και υπερεθνικοί φορείς που σχετίζονται με την προσαρμογή, θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τούς τρόπους με τους οποίους οι δράσεις μετριασμού καθώς και οι δραστηριότητές τους, που δεν λαμβάνουν υπόψη την κλιματική αλλαγή αλληλεπιδρούν με την προσαρμογή, π.χ., η μόνωση στα κτίρια μάς προστατεύει από την ζέστη αλλά ταυτόχρονα συμβάλλει στην εξοικονόμηση της ενέργειας και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Η δράση για την προσαρμογή μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε προσαρμογή του ιδιωτικού και του δημόσιου τομέα. Η προσαρμογή του ιδιωτικού τομέα αναφέρεται σε δράσεις εταιρειών και ατόμων που λαμβάνουν υπόψη τους την κλιματική αλλαγή και ανταποκρίνονται. Λαμβάνει πολλές μορφές και είναι ευρέως διαδομένη. Ο καιρός και το κλίμα επηρεάζουν την κίνηση αγαθών και εξοπλισμού, π.χ., κατανάλωση περισσότερων υγρών και προϊόντων κλιματισμού ή μόνωσης. Αντίστοιχα, οι καιρικές μεταβλητές επηρεάζουν τη λειτουργία των επιχειρήσεων και στη συνέχεια τις βέλτιστες επιλογές εισροών. Οι αγρότες μπορούν να προσαρμόζονται στις αλλαγές του καιρού, μεταβάλλοντας λιπάσματα, εργατικό δυναμικό ή άρδευση. Τα οικονομικά υποδείγματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αξιολογηθεί πώς τα άτομα και οι επιχειρήσεις θα συμπεριφερθούν σε διαφορετικές κλιματικές συνθήκες, ώστε να προταθούν συγκεκριμένες δράσεις προσαρμογής. Παρά τα δεδομένα που δείχνουν τα οφέλη της προσαρμογής του ιδιωτικού τομέα υπάρχουν πολυάριθμα εμπόδια στην εφαρμογή του.

Πολλές από τις αποτυχιές προσαρμογής του ιδιωτικού τομέα οδηγούν στην ανάγκη προσαρμογής του δημόσιου. Πολλά από τα οφέλη της προσαρμογής έρχονται με τη μορφή δημόσιων αγαθών, που καταναλώνονται από κοινού από πολλά άτομα και επιχειρήσεις· τέτοια οφέλη είναι η προστασία των ακτών, η διαχείριση των υδάτων, υπηρεσίες ενημέρωσης για την προστασία της

φύσης και του κλίματος. Η δημόσια πολιτική πρέπει επίσης να παρέχει βοήθεια στις πιο ευάλωτες ομάδες πολιτών που μπορεί να μην έχουν τα μέσα να προσαρμοστούν.

Υπάρχουν πολλές αναλυτικές και εμπειρικές μέθοδοι μελέτης της προσαρμογής. Πολλά από τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για να κατανοηθούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και να αξιολογηθούν οι εναλλακτικές πολιτικές μετριασμού είναι τα ίδια μ' εκείνα που χρησιμοποιούνται για να κατανοηθούν οι προκλήσεις των πολιτικών προσαρμογής, ο βαθμός στον οποίο είναι δυνατόν η προσαρμογή να υποκαθιστά το μετριασμό, αλλά και πώς οι δράσεις με στόχο την προσαρμογή ή το μετριασμό μπορεί να αλληλοσυμπληρώνονται, καθώς και το κόστος των πολιτικών προσαρμογής. Ορισμένα γνωστά υποδείγματα ολοκληρωμένης αξιολόγησης (IAMs) έχουν τροποποιηθεί για να βελτιστοποιούν ταυτόχρονα τις δράσεις προσαρμογής και μετριασμού αλλά σε πολλά από αυτά παραμένουν αρκετές αδυναμίες. Η υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων προσαρμογής ανά τομέα συνήθως στηρίζεται σε μελέτες που ακολουθούν μια προσέγγιση οικονομετρική ή προσομοίωσης. Τομεακές μελέτες έχουν δείξει πως ο καιρός και το κλίμα επηρεάζουν τις αποφάσεις των αγροτών σχετικά με τις καλλιέργειες ή την κτηνοτροφία. Υποδείγματα προσομοίωσης, μαθηματικός προγραμματισμός και υποδείγματα γενικής και μερικής ισορροπίας χρησιμοποιούνται για να ανιχνεύεται η προσαρμογή των αγορών σε επίπεδο τομεακό ή στο επίπεδο της οικονομίας. Τα εργαλεία λήψης αποφάσεων όπως η ανάλυση κοινωνικό-οικονομικού κόστους οφέλους χρησιμοποιούνται επίσης για να ιεραρχούνται τα προγράμματα προσαρμογής και η προτεραιότητά τους.

Μια σημαντική πλευρά των οικονομικών της προσαρμογής αφορά την καλύτερη κατανόηση των εναλλακτικών επιλογών προσαρμογής, καθώς και το κόστος της. Παρότι έχουν υπάρξει κάποιες διεθνείς και περιφερειακές μελέτες αξιολόγησης του κόστους προσαρμογής τα τελευταία χρόνια, μεγάλο μέρος της ανάλυσης των επιλογών προσαρμογής και του απορρέοντος κόστους ακολουθούν τομεακή προσέγγιση. Πολλές μελέτες αναδεικνύουν τη μεγάλη ποικιλία εναλλακτικών δράσεων προσαρμογής, ανάλυση του κόστους και του οφέλους, εστιάζοντας στους μηχανισμούς λήψης αποφάσεων. Ορισμένοι από τους τομείς που έχουν μελετηθεί είναι οι: ενέργεια, υγεία, τουρισμός, γεωργία, μετανάστευση, ακτές, ακραία καιρικά φαινόμενα, δάση, νερό.

Τα οικονομικά της προσαρμογής αφορούν επίσης το ζήτημα των εναλλακτικών εργαλείων πολιτικής για την προώθηση αποτελεσματικής προσαρμογής. Έχουν αναφερθεί τέσσερις τέτοιες κατηγορίες εργαλείων που παρέχουν κίνητρα : (1) μηχανισμοί ασφάλισης έναντι ακραίων καιρικών φαινομένων, (2) αποτίμηση των προσδοκιών των αγορών για το νερό και τα οικοσυστήματα, (3) ρυθμίσεις και κίνητρα όπως οικοδομικοί κώδικες και σχέδια χρήσεων γης, (4) έρευνα και ανάπτυξη για γεωργία και υγεία. Η χρηματοδοτική υποστήριξη των αναπτυσσόμενων χωρών με στόχο τη μετάβαση σε οικονομία χαμηλού άνθρακα έχει αποτελέσει σημαντικό μέρος της παγκόσμιας κλιματικής πολιτικής αλλά έχει αναλογικά δοθεί πολύ μικρότερη προσοχή στη σημασία της χρηματοδότησης της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.

Το 2015 η Ελλάδα υιοθέτησε την Εθνική Στρατηγική Προσαρμογής που προσφέρει ένα αρχικό πλαίσιο για ανάπτυξη και ιεράρχηση δράσεων προσαρμογής, οι οποίες θα ενισχύσουν την ανθεκτικότητα της χώρας απέναντι στην κλιματική αλλαγή. Τα οικονομικά της προσαρμογής είναι κρίσιμα για να κατανοηθεί ο τρόπος που η ελληνική οικονομία θα προσαρμοστεί ή θα ακολουθήσει λάθος τροχιά απέναντι στην κλιματική αλλαγή, τα κόστη και τα οφέλη εναλλακτικών πολιτικών και έργων προσαρμογής, τα εργαλεία πολιτικής, και η συνολική προσπάθεια που θα χρειαστεί σε όλα τα επίπεδα της διακυβέρνησης.

7. Δομικά στοιχεία των οικονομικών-κλιματικών μοντέλων

Αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζει αναλυτικότερα ορισμένα δομικά στοιχεία των οικονομικών - κλιματικών μοντέλων.

Το κεφάλαιο ξεκινά με την έννοια της προεξόφλησης, η οποία αναφέρεται στη διαδικασία όπου σε μια μονάδα μελλοντικού οφέλους ή κόστους αποδίδεται μικρότερη στάθμιση, δηλ. σπουδαιότητα, από ό,τι στην παρούσα χρονική στιγμή. Σε όσο μεταγενέστερο χρόνο στο μέλλον τοποθετείται το όφελος ή το κόστος, τόσο μικρότερη είναι η στάθμιση που του αποδίδεται. Κατά την αξιολόγηση μακροπρόθεσμων επενδυτικών σχεδίων –σημειώνεται ότι στη συντριπτική τους πλειοψηφία οι επενδύσεις που σχετίζονται με το περιβάλλον και ειδικότερα με την κλιματική αλλαγή είναι μακροπρόθεσμες– οι σταθμίσεις αντιστοιχούν στα οφέλη και το κόστος που αναμένεται να αποκομίσουν ή να επωμιστούν αντίστοιχα οι μελλοντικές γενεές. Αυτό δημιουργεί ένα ηθικό δίλημμα.

Είναι σαφές ότι το κόστος και τα οφέλη που θα προκύψουν στο απώτερο μέλλον έχουν πολύ μικρή παρούσα αξία εάν το προεξοφλητικό επιτόκιο είναι υψηλό. Πρόκειται για ένα φαινόμενο το οποίο ο David Pearce χαρακτήρισε ως «τυραννία της προεξόφλησης». Έτσι, αν το προεξοφλητικό επιτόκιο είναι σχετικά υψηλό, τα οφέλη για τις μελλοντικές γενιές από την αποτροπή της εκδήλωσης σοβαρών κλιματικών αλλαγών στο απώτερο μέλλον θα έχουν σήμερα πολύ μικρή παρούσα αξία, ενώ το συναφές κόστος είναι άμεσο και αφορά το παρόν. Ως εκ τούτου, είναι πιο δύσκολο να υπάρξει η κοινωνική αποδοχή η οποία χρειάζεται, σύμφωνα με τους κανόνες μιας συμμετοχικής προσέγγισης (Community-Based Adaptation), για επενδύσεις που αποσκοπούν στην αποτροπή των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο απώτερο μέλλον.

Για τον προσδιορισμό του κοινωνικού προεξοφλητικού επιτοκίου (SDR), χρησιμοποιείται ως αφετηρία ο κλασικός μαθηματικός τύπος του Ramsey, ο οποίος επεκτείνεται ώστε να ληφθούν υπόψη η αβεβαιότητα και οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Με τον απλό τύπο του Ramsey υπολογίζεται ένα προεξοφλητικό επιτόκιο σταθερό σε όλη τη διάρκεια ζωής του έργου, το οποίο πιθανόν να μην είναι ικανοποιητική παραδοχή στην περίπτωση έργων κλιματικής αλλαγής με μακροπρόθεσμα μελλοντικά οφέλη. Γι' αυτό εξετάζεται και η εφαρμογή μειούμενων προεξοφλητικών επιτοκίων. Ειδικότερα, εξετάζουμε την πρόταση του Weitzman (2001) για εφαρμογή μειούμενων προεξοφλητικών επιτοκίων και προεξόφληση τύπου Gamma και παρουσιάζουμε τον προτεινόμενο από τον Weitzman κανόνα διολίσθησης (sliding rule).

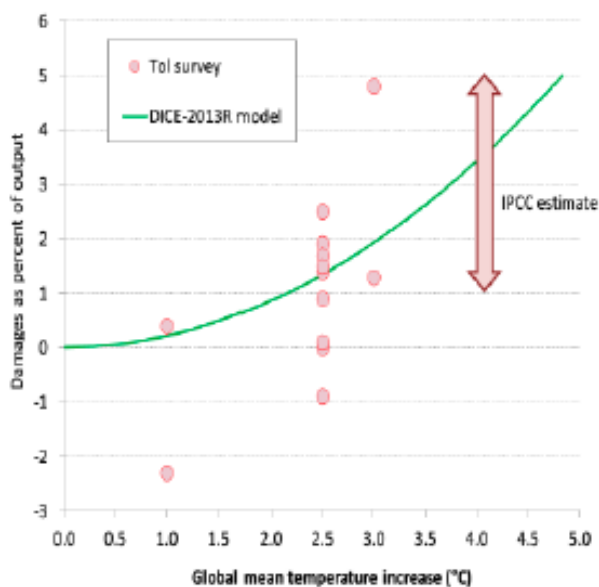
Table 7.2. “Approximate recommended” sliding-scale discount rates

Time period	Name	Marginal discount rate (%)
Within years 1 to 5 hence	<i>Immediate future</i>	4
Within years 6 to 25 hence	<i>Near future</i>	3
Within years 26 to 75 hence	<i>Medium future</i>	2
Within years 76 to 300 hence	<i>Distant future</i>	1
Within years more than 300 hence	<i>Far-distant future</i>	0

Source: Weitzman, 2001, Table 2.

Στη συνέχεια εξετάζεται η συνάρτηση ζημίας από την κλιματική αλλαγή, μία από τις σημαντικότερες συνιστώσες του IAM. Η συνάρτηση αυτή είναι μια σχέση που συνδέει τις απώλειες στην οικονομία με τις μεταβολές της θερμοκρασίας ή τη συγκέντρωση άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ανάλογα με την επιλογή του υποδείγματος οι απώλειες από την κλιματική αλλαγή μπορούν να εκτιμηθούν είτε σε όρους μείωσης χρησιμότητας είτε σε όρους μείωσης του συνολικού παραγόμενου προϊόντος.

Η δεύτερη αυτή περίπτωση είναι αυτή και που χρησιμοποιείται στα IAMs, με στόχο να εκτιμηθούν οι απώλειες ως ποσοστό του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος (ΑΕΠ), το οποίο μπορεί να είναι παγκόσμιο, περιφερειακό ή εθνικό. Έτσι, συνάρτηση ζημίας συνοψίζει απώλεια σε όρους ποσοστού (%) του ΑΕΠ από μια δεδομένη μεταβολή θερμοκρασίας σε σχέση με τη προβιομηχανική περίοδο (θερμοκρασιακή ανωμαλία), όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Στη συνέχεια το κεφάλαιο μελετά ζητήματα σχετικά με τον κίνδυνο και την αβεβαιότητα. Οι αβεβαιότητες ποικίλλουν: άλλες αφορούν οικονομικούς παράγοντες, όπως οι ρυθμοί οικονομικής ανάπτυξης, η αύξηση του πληθυσμού, οι εντάσεις των εκπομπών, οι νέες τεχνολογίες και ο ρυθμός υιοθέτησης και αποτελεσματικότητάς τους, ενώ άλλες αφορούν το ίδιο το κλίμα, όπως η δομή του κύκλου του άνθρακα, η κλιματική ευαισθησία – δηλ. η αντίδραση του κλίματος στον εξωτερικό εξαναγκασμό – ή η επίδραση της αύξησης της θερμοκρασίας στις βροχοπτώσεις. Αυτές οι αβεβαιότητες αλληλεπιδρούν και επηρεάζουν τις απώλειες και κατ' επέκταση το κόστος και τα οφέλη των διαφόρων στόχων πολιτικής.

Το κεφάλαιο εξετάζει τους τρόπους με τους οποίους ενσωματώνεται η αβεβαιότητα στα IAMs και πώς γεγονότα με μικρή πιθανότητα πραγματοποίησης (fat tail events) αλλά ακραία, δηλ. κλιματικές αλλαγές εκτός του κανονικά αναμενόμενου εύρους, μπορούν να υποστηρίξουν πολιτικές για την ανάληψη αποφασιστικών δράσεων ήδη από τώρα, σε αντίθεση με τη σταδιακή κλιμάκωση των πολιτικών η οποία προτείνεται από το DICE.

Το κεφάλαιο εξετάζει επίσης τις πιο πρόσφατες προσεγγίσεις για την αντιμετώπιση της βαθιάς δομικής αβεβαιότητας και την κατάλληλη ποσοτικοποίηση της αρχής της σύνεσης στην πολιτική για την κλιματική αλλαγή. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια σύνοψη των πιο πρόσφατων χωροχρονικών μοντέλων που λαμβάνουν υπόψη τους τη μεταφορά θερμότητας από τον ισημερινό προς τους πόλους και τα οποία επιτρέπουν να ενσωματωθούν στις οικονομικές πολιτικές σημαντικές επιδράσεις ανατροφοδότησης όπως η τάση των μεταβολών της θερμοκρασίας να είναι εντονότερες στις πολικές ζώνες περιοχές (polar amplification) και η τήξη του μόνιμου στρώματος πάγου (permafrost).

8. Διεθνής συνεργασία και κλιματική αλλαγή

Η ανάγκη για διεθνή συνεργασία στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής είναι προφανής, δεδομένου ότι τα αέρια του θερμοκηπίου (GHG) είναι παγκόσμιοι ρυπαντές. Το κεφάλαιο αυτό εξετάζει την ιστορία των διαπραγματεύσεων για το κλίμα καθώς επίσης και τη σχετική θεωρητική οικονομική βιβλιογραφία.

Οι χώρες διαπραγματεύονται τους όρους και τη συμμετοχή τους σε μια συμφωνία για το κλίμα με βάση τα δικά τους οφέλη και τα κόστη. Η πολυπλοκότητα και η υψηλή αβεβαιότητα όσον αφορά τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και η άνιση κατανομή τους ανάμεσα στις χώρες καθιστούν την σύναψη μιας συμφωνίας για το κλίμα εξαιρετικά δύσκολη. Ο σχηματισμός μιας συμφωνίας μεταξύ των χωρών για την μείωση των εκπομπών GHG, προσεγγίζεται στην οικονομική βιβλιογραφία με την χρήση της θεωρίας παιγνίων. Οι χώρες θεωρούνται ορθολογικοί παίκτες, οι οποίοι ενεργούν σύμφωνα με τα συμφέροντά τους, αλλά συνδέονται μεταξύ τους μέσω των ζημιών από την κλιματική αλλαγή που εξαρτώνται από τις συνολικές εκπομπές GHG. Έτσι, οι επιλογές της κάθε χώρας επηρεάζουν και επηρεάζονται από τις αποφάσεις των υπόλοιπων. Μια Κλιματική Συμφωνία πρέπει να είναι προσεκτικά σχεδιασμένη έτσι ώστε να παρέχει τα κατάλληλα κίνητρα στις χώρες προκειμένου να συμμετάσχουν εθελοντικά σε αυτήν.

Η ανασκόπηση κατηγοριοποιεί την σχετική βιβλιογραφία σε τρεις κύριους κλάδους σύμφωνα με τις παραδοχές που γίνονται σχετικά με τη συμπεριφορά των χωρών. Ο πρώτος κλάδος θεωρεί το σχηματισμό μιας συμφωνίας για το κλίμα ως ένα συνεργατικό παιχνίδι και δείχνει ότι μια συμφωνία με τη συμμετοχή όλων των χωρών αποτελεί ένα εφικτό αποτέλεσμα. Η σταθερότητα του μεγάλου συνασπισμού βασίζεται κυρίως στην παραδοχή ότι, κάθε χώρα όταν αποφασίζει αν θα αποχωρήσει από τον συνασπισμό πιστεύει ότι εάν αποχωρήσει από τον συνασπισμό αυτός

διαλύεται. Ο δεύτερος κλάδος της βιβλιογραφίας προϋποθέτει μη-συνεργατική συμπεριφορά και δείχνει ότι μόνο ένας πολύ μικρός συνασπισμός είναι σταθερός. Η κύρια υπόθεση που οδηγεί στο απαισιόδοξο αυτό αποτέλεσμα είναι ότι όταν μια χώρα σκέφτεται να αποχωρήσει από τον συνασπισμό, πιστεύει ότι καμία άλλη χώρα δεν θα ακολουθήσει, παρέχοντας έτσι πολύ ισχυρά κίνητρα καιροσκοπισμού. Ο τρίτος κλάδος, υποθέτει διορατική συμπεριφορά, δηλαδή ότι όταν μια χώρα σκέφτεται να αποχωρήσει από τον συνασπισμό δεν υποθέτει τίποτα αλλά αντ' αυτού, υπολογίζει τις αντιδράσεις των άλλων χωρών και επίσης το μέγεθος του συνασπισμού που θα προκύψει από την δική της αρχική απόκλιση. Η προσέγγιση αυτή καταλήγει σε μεγαλύτερους σταθερούς συνασπισμούς, σε σχέση με τους προβλεπόμενους από την μυωπική μη-συνεργατική προσέγγιση, συμπεριλαμβανομένου του μεγάλου συνασπισμού.

Η υιοθέτηση δυναμικών υποδειγμάτων, τα οποία προσεγγίζουν πολύ καλύτερα το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής, δεδομένου ότι εισάγει τα αποθέματα αντί των ροών των εκπομπών, δεν αλλάζει τα απαισιόδοξα αποτέλεσμα της στατικής βιβλιογραφίας. Μόνον όταν εξετάζονται επαναλαμβανόμενα παίγνια, επιτρέποντας την αποτελεσματική τιμωρία των χωρών που αποχωρούν, αυξάνει το μέγεθος των συνασπισμών. Επιπλέον, η γενίκευση των υποδειγμάτων επιτρέποντας ασυμμετρίες στα κόστη και οφέλη των χωρών δεν καταλήγει σε σαφή αποτελέσματα. Για να αντισταθμιστούν τα ισχυρά κίνητρα καιροσκοπικής συμπεριφοράς, μια σειρά από εργασίες έχουν προτείνει τη χρήση των μεταβιβάσεων, χρηματικών ή R&D, και την σύνδεση της συμμετοχής στη συμφωνία για το κλίμα με την συμμετοχή σε άλλα συμφωνίες όπως αυτές του εμπορίου. Προφανώς οι μεταφορές συνεπάγονται κόστος για μέλη του συνασπισμού, αλλά επίσης και η τιμωρία, όπως ο αποκλεισμός από εμπορικές συμφωνίες, μπορεί να συνεπάγεται κόστος για τις χώρες που επιβάλλουν την τιμωρία. Ο επιμερισμός αυτών των δαπανών για την αύξηση και τη διατήρηση του μεγέθους του συνασπισμού απαιτεί επίσης πολύ λεπτές διαπραγματεύσεις.

Το δεύτερο μέρος του Κεφαλαίου εξετάζει την ιστορία των διαπραγματεύσεων για το κλίμα, ξεκινώντας από το Πρώτο Συνέδριο για το Κλίμα που διοργανώθηκε στη Γενεύη από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO) το 1979 και φτάνοντας μέχρι τη Συμφωνία του Παρισιού. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ανάπτυξη της Σύμβασης-Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) το 1994 και το έργο της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), παρουσιάζοντας τις πέντε Εκθέσεις Αξιολόγησης που χρονολογούνται από το 1990 μέχρι το 2014. Η συμβολή της IPCC στην εξέλιξη των διαπραγματεύσεων στο πλαίσιο της UNFCCC και στην ανάπτυξη των πολιτικών σε εθνικό και

διεθνές επίπεδο είναι ανεκτίμητη. Παρουσιάζονται οι διαπραγματεύσεις που οδήγησαν στο περίφημο Πρωτόκολλο του Κιότο καθώς και τα προβλήματα που περιόρισαν την αποτελεσματικότητα στον έλεγχο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (κατά τη δεκαετία 2000-2010 είχαμε την μεγαλύτερη απόλυτη αύξηση των εκπομπών GHG).

Στην συνέχεια περιγράφονται λεπτομερώς οι διαπραγματεύσεις στην μετά-Κιότο περίοδο που οδήγησαν στην Συμφωνία του Παρισιού (διασκέψεις των μερών COP 13 έως COP 20). Παρά την πολύ αργή πρόοδο στις διαπραγματεύσεις για το διάδοχο σχήμα του Πρωτοκόλλου του Κιότο, υπήρξαν ορισμένες έμμεσες θετικές εξελίξεις κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου που αφορούν τον χρηματοπιστωτικό τομέα. Η πρώτη ήταν η έκδοση του πρώτου «πράσινου ομολόγου» από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων το 2007. Το 2009, αναπτύχθηκε το Climate Bonds Initiative, με στόχο την υποστήριξη των επενδύσεων για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Την ίδια χρονιά, οργανώθηκε η πρώτη συνάντηση της Sustainable Stock Exchanges (SSE) (η πρωτοβουλία SSE διοργανώθηκε από τη UN Conference on Trade and Development (UNCTAD), την UN Global Compact, το UN Environment Program Finance Initiative (UNEP FI), και των the Principles for Responsible Investment (PRI)). Το 2010 καθιερώθηκε το Green Climate Fund με στόχο τη στήριξη έργων για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Την ίδια χρονιά ξεκίνησε το Carbon Disclosure Protocol, κυρίως από τον ιδιωτικό τομέα, με στόχο την προώθηση της αποκάλυψης πληροφοριών σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιδόσεις των επιχειρήσεων.

Οι παραπάνω εξελίξεις στον χρηματοπιστωτικό τομέα συνέβαλαν ουσιαστικά στη διαμόρφωση των Εθνικών Συνεισφορών Μειώσεων Εκπομπών (INDC) της Συμφωνίας του Παρισιού. Στα πλαίσια της Συμφωνίας του Παρισιού, 195 χώρες έθεσαν ως στόχο τον περιορισμό της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας σε «αρκετά χαμηλότερα από 2°C», παρέχοντας την απαραίτητη ευελιξία και διατηρώντας ταυτόχρονα πολλές πτυχές της συμφωνίας ως νομικά δεσμευτικές. Παρά την έντονη κριτική που έχει δεχτεί, η Συμφωνία του Παρισιού πέτυχε την απαραίτητη ισορροπία μεταξύ δεσμευτικών στοιχείων και ευελιξίας στον καθορισμό συγκεκριμένων στόχων και πολιτικών υλοποίησης, η οποία οδήγησε στην σχεδόν ομόφωνη αποδοχή της. Επιπλέον, η Συμφωνία του Παρισιού εισάγει εκ νέου αγορές άνθρακα, παρέχοντας τη δυνατότητα χρήσης της τιμολόγησης για την εφαρμογή των NDCs. Η δημιουργία μιας παγκόσμιας αγοράς (όπου θα διαπραγματεύονται άδειες εκπομπής GHG σε παγκόσμιο επίπεδο) θα μπορούσε να παράσχει επαρκή κίνητρα για να εμπλακεί ο ιδιωτικός τομέας στην χρηματοδότηση έργων μείωσης GHG.

Εν κατακλείδι, τόσο τα θεωρητικά αποτελέσματα όσο και το ιστορικό των διαπραγματεύσεων για την κλιματική αλλαγή δείχνουν ότι πιθανόν να είναι πιο αποτελεσματικό να δημιουργηθούν πολλά και ευέλικτα συστήματα για την μείωση των εκπομπών των GHG. Αν και έως τώρα το μεγαλύτερο μέρος της προσπάθειας επικεντρώνεται στο UNFCCC, υπάρχουν και άλλες δράσεις, είτε σε διεθνές επίπεδο, όπως οι συζητήσεις στο πλαίσιο των συναντήσεων των G8 και G20, είτε σε εθνικό ή τοπικό επίπεδο, όπως είναι οι αγορές αδειών άνθρακα, όπως το ΣΕΔΕ της Κορέας, το CaT και το RGGI και επιπλέον ορισμένες σημαντικές εξελίξεις στον ιδιωτικό τομέα. Η Συμφωνία του Παρισιού είναι σαφώς μια κίνηση προς την κατεύθυνση αυτή, δημιουργώντας ένα πραγματικά πολυμερές πλαίσιο που συνδυάζει νομικές δεσμεύσεις και ευελιξία. Ωστόσο, πολλές προκλήσεις αναμένονται κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της, η πρώτη εκ των οποίων είναι η απόλυτα αρνητική αντιμετώπιση της Συμφωνίας από τις νέες ηγεσίες σε σημαντικές χώρες, όπως οι ΗΠΑ και πιο πρόσφατα η Βραζιλία. Είναι υψίστης σημασίας να διατηρηθεί η θετική διάθεση που δημιουργήθηκε στο Παρίσι, έτσι ώστε να υπάρξει η πιθανότητα να γίνουν οι απαραίτητες βελτιώσεις στις INDC στον επόμενο γύρο των διαπραγματεύσεων το 2020.

9. Συμπεράσματα και περαιτέρω έρευνα

Τα υποδείγματα IAMs που περιλαμβάνουν τη νομισματική πολιτική αποτελούν μια πρόσφατη επέκταση των κλασικών IAMs και έχουν σαν στόχο να διερευνήσουν τις συνθήκες κάτω από τις οποίες η κεντρική τράπεζα σε συνδυασμό με τις δημοσιονομικές αρχές έχει την δυνατότητα να συνεισφέρει στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων από την κλιματική αλλαγή.

Τα υποδείγματα αυτά, με κατάλληλη προσαρμογή θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη μικρών οικονομιών κάτω από συνθήκες κλιματικής αλλαγής όπως η ελληνική οικονομία. Βασικό γνώρισμα των μικρών οικονομιών είναι ότι οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι πολύ μικρές – σε σύγκριση με τις παγκόσμιες εκπομπές – για να επηρεάσουν σοβαρά την κλιματική αλλαγή ή την άνοδο της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο. Έτσι, η κλιματική αλλαγή εξελίσσεται εξωγενώς σε σχέση με τις δράσεις μετριασμού που αναλαμβάνουν οι μικρές οικονομίες. Από την άλλη πλευρά ο σχεδιασμός και η εφαρμογή αποτελεσματικών πολιτικών μετριασμού και προσαρμογής είναι ιδιαίτερα σημαντικός επειδή η θερμοκρασία στο τοπικό-εθνικό επίπεδο εξαρτάται από την εξωγενή - ως προς τη μικρή οικονομία - μεταβολή της παγκόσμιας θερμοκρασίας. Είναι επομένως σημαντικό να διερευνηθεί κατά πόσον υπάρχει περιθώριο παρεμβάσεων εκ μέρους των νομισματικών αρχών προκειμένου να μετριαστούν οι

αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και να υποστηριχθεί η προσαρμογή σε αυτή τόσο του δημόσιου όσο και του ιδιωτικού τομέα, καθώς και ο τεχνολογικός μετασχηματισμός προς οικονομία χαμηλού άνθρακα ο οποίος, σύμφωνα με τις διεθνώς συμφωνημένες πολιτικές για το κλίμα, όπως η συμφωνία των Παρισίων και οι πολιτικές της ΕΕ για το κλίμα, θα μπορούσε να ενισχύσει την οικονομική ανάπτυξη.

Ο ρόλος της κεντρικής τράπεζας θα πρέπει επίσης να διερευνηθεί σε σχέση με την αποτίμηση των κλιματικών κινδύνων, τα ενδεχομένως απαξιούμενα στοιχεία ενεργητικού (stranded assets) και την πιθανή διαφοροποίηση μεταξύ επενδύσεων σε «πράσινους» ή «καφέ» τομείς, με δεδομένη την αυξανόμενη σημασία αυτών των ζητημάτων για το χρηματοπιστωτικό σύστημα.

Είναι επίσης δυνατόν να γίνουν και άλλες επεκτάσεις του βασικού υποδείγματος με στόχο να αντιμετωπιστούν ζητήματα που προκύπτουν από στοχαστικά σημεία ανατροπής της κλιματικής ισορροπίας (stochastic tipping points) και από τη χωρική μεταφορά θερμότητας με έμφαση στη χάραξη πολιτικής – συμπεριλαμβανομένης της νομισματικής πολιτικής – για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής υπό συνθήκες βαθιάς αβεβαιότητας ή αμφισημίας.

Ο παρών τόμος μπορεί να θεωρηθεί ως συμπληρωματικός προς το κύριο έργο που έχει αναλάβει και πραγματοποιεί η Τράπεζα της Ελλάδος κατά την τελευταία δεκαετία, μέσω της ΕΜΕΚΑ, και το οποίο αφορά την εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην ελληνική οικονομία. Τα ζητήματα που πραγματεύεται ο τόμος αυτός, όπως οι συναρτήσεις απωλειών και οι ζημιές ως ποσοστό του ΑΕΠ, το κοινωνικό κόστος του άνθρακα και η τιμή του άνθρακα, το προεξοφλητικό επιτόκιο που είναι κατάλληλο για την ανάλυση κόστους-οφέλους επενδυτικών σχεδίων που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, αναμένεται να μελετηθούν περαιτέρω και να ποσοτικοποιηθούν για την ελληνική οικονομία.

Εκφράζουμε την πεποίθηση ότι η συνολική προσέγγιση της Τράπεζας της Ελλάδος όσον αφορά τη μελέτη της κλιματικής αλλαγής, η οποία επί του παρόντος επικεντρώνεται στην επικαιροποίηση, εκ μέρους της ΕΜΕΚΑ, της μελέτης του 2011 σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην ελληνική οικονομία, με κύριους στόχους:

- την εκπόνηση προβλέψεων για την κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα, με λεπτομερή ανάλυση σε χωρικό/περιφερειακό επίπεδο,
- τη συναφή ανάλυση των ζημιών και τρωτότητας σε λεπτομερές τομεακό/περιφερειακό επίπεδο,

- τις γενικότερες επιδράσεις του τεχνολογικού μετασχηματισμού της ελληνικής οικονομίας κατά τη μετάβαση προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα,

θα εμπλουτίσει σημαντικά τις γνώσεις μας σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα και θα παράσχει κατευθύνσεις στο σχεδιασμό αποτελεσματικών πολιτικών. Οι πολιτικές αυτές όχι μόνο θα προστατεύσουν αποτελεσματικά την Ελλάδα από τις αρνητικές κλιματικές αλλαγές αλλά και θα ενισχύσουν την οικονομική της ανάπτυξη - μπορούν δηλαδή να επιτύχουν το επονομαζόμενο «διπλό μέρισμα (double dividend)» - μέσω του τεχνολογικού μετασχηματισμού και αποτελεσματικών επενδυτικών προγραμμάτων για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.