



ΤΡΑΠΕΖΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΕΥΡΩΣΥΣΤΗΜΑ



ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

ΣΕΝΑΡΙΑ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΟΥΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ PRUDENCE ΚΑΙ ENSEMBLES

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΑΨΟΜΕΝΑΚΗΣ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΔΟΥΒΗΣ
ΧΡΗΣΤΟΣ ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΣ
Π. ΖΑΝΗΣ
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΤΣΕΛΙΟΥΔΗΣ
ΧΡΗΣΤΟΣ ΡΕΠΑΠΗΣ
ΧΡΗΣΤΟΣ ΖΕΡΕΦΟΣ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2011

Σενάρια ανθρωπογενούς παρέμβασης στην κλιματική αλλαγή και τα Προγράμματα PRUDENCE και ENSEMBLES

1. Κλιματικά πρότυπα προσομοίωσης (models).

Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται σήμερα για την προσομοίωση της κλιματικής αλλαγής είναι τα Συζευγμένα Ατμοσφαιρικά-Ωκεάνια Μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας (Coupled Atmospheric-Ocean General Circulation Models, AOGCMs). Πρόκειται για μοντέλα που βασίζονται στις βασικές φυσικές αρχές του γήινου συστήματος όπως οι βασικές εξισώσεις της μηχανικής των ρευστών και της διάδοσης της ακτινοβολίας. Τα AOGCMs χωρίζονται σε Ατμοσφαιρικά (AGCMs) και Ωκεάνια Μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας (OGCMs) ενώ μπορεί να είναι και συζευγμένα μεταξύ τους (AOGCMs) καθώς και με άλλα μοντέλα όπως τα μοντέλα προσομοίωσης της παγοκάλυψης στην ξηρά και την θάλασσα, της βιόσφαιρας (Denman et al., 2007) και άλλα.

Τα AOGCMs που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη του κλίματος και της κλιματικής αλλαγής παρουσιάζουν ομοιότητες με τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την καιρική πρόγνωση λίγων ημερών. Η διαφορά είναι ότι τα μοντέλα πρόγνωσης του καιρού δίνουν έμφαση σε διαφορετικά στοιχεία αφού χρησιμοποιούνται με διαφορετικό σκοπό και σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες. Συγκεκριμένα τα κλιματικά AOGCMs δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στις διεργασίες του εδάφους, του ωκεανού και των παγετώνων καθώς και στην ισορροπία των διεργασιών μεγάλης χρονικής κλίμακας όπως ο υδρολογικός κύκλος.

Τονίζεται ότι η γνώση ορισμένων φυσικών διεργασιών είναι ακόμα περιορισμένη. Για το λόγο αυτό στις κλιματικές προσομοιώσεις χρησιμοποιούνται παραμετροποιήσεις και απλουστεύσεις ορισμένων φαινομένων. Η χωρική ανάλυση των AOGCMs στις μέρες μας, εξαιτίας των περιορισμένων υπολογιστικών δυνατοτήτων, είναι της τάξης των εκατοντάδων χιλιομέτρων (Mearns et al., 2001). Σε αυτή τη χωρική ανάλυση

είναι δυνατόν να αναπαραχθούν ικανοποιητικά η γενική κυκλοφορία σε ολόκληρο τον πλανήτη καθώς και τα γενικά χαρακτηριστικά των διαφόρων κλιματικών παραμέτρων σε συνοπτική κλίμακα. Ωστόσο δεν είναι δυνατόν να προσομοιωθούν με ακρίβεια φαινόμενα που σχετίζονται με την επίδραση της τοπογραφίας σε τοπική και περιοχική κλίμακα .

Οι τεχνικές με τις οποίες εισάγεται η περιοχική πληροφορία στις κλιματικές προσομοιώσεις ονομάζονται τεχνικές υποβιβασμού κλίμακας (υποκλιμάκωσης) και χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: 1) Τα υψηλής ή μεταβλητής ανάλυσης παγκόσμια ατμοσφαιρικά μοντέλα γενικής κυκλοφορίας, 2) τις στατιστικές ή εμπειρικές μεθόδους υποκλιμάκωσης (Statistical/Empirical Downscaling) και 3) τη δυναμική υποκλιμάκωση. Η δυναμική υποκλιμάκωση βασίζεται στη χρήση των περιοχικών κλιματικών μοντέλων (Regional Climate Models, RCMs). Πρόκειται για μοντέλα περιορισμένου πεδίου και υψηλής ανάλυσης τα οποία βασίζονται στη δυναμική υποκλιμάκωση και αναπτύχθηκαν προκειμένου να εισαχθεί η περιοχική πληροφορία στα μεγάλης κλίμακας πεδία που παρέχονται από τα GCMs ή που προκύπτουν από επανα-ανάλυση (NCEP/ ERA-40) (Dickinson et al., 1989, Giorgi, 1990). Για να λειτουργήσουν είναι απαραίτητο να τους παρέχονται αρχικές συνθήκες σε ολόκληρο το πεδίο τους, χρονομεταβαλλόμενες οριακές συνθήκες στα πλευρικά τους όρια και επιφανειακές οριακές συνθήκες. Οι πλευρικές οριακές συνθήκες προέρχονται από προσομοιώσεις με GCMs ή από ανάλυση παρατηρήσεων. Δέχονται επίσης, όπως και τα AOGCMs, δεδομένα εισόδου συγκέντρωσης αερίων θερμοκηπίου και συγκέντρωσης αερολυμμάτων. Συνήθως αποτελούνται από ένα ατμοσφαιρικό μοντέλο συζευγμένο με ένα μοντέλο του εδάφους. Οι συνθήκες στην επιφάνεια του ωκεανού παρέχονται μαζί με τις χρονομεταβαλλόμενες πλευρικές οριακές συνθήκες, ωστόσο γίνονται απόπειρες να συζευχθούν και με ένα ωκεάνιο μοντέλο αντίστοιχης (υψηλής) χωρικής ανάλυσης. Επιπρόσθετα είναι δυνατό να συζευχθούν με μοντέλα της υδρολογίας, των πάγων της θάλασσας (sea-ice) της χιμείας της ατμόσφαιρας/αερολυμμάτων και της βιόσφαιρας. Γενικά δεν αλληλεπιδρούν με το GCM που τους παρέχει τις πλευρικές οριακές συνθήκες. Λόγω των μικρών τους απαιτήσεων σε υπολογιστικούς πόρους μπορούν να πραγματοποιούν προσομοιώσεις διάρκειας μερικών δεκαετιών σε αρκετά υψηλή ανάλυση, μέχρι και κάτω από τα

10km. Με αυτό τον τρόπο πετυχαίνουν να υποκλιμακώσουν την πληροφορία από τα αποτελέσματα των GCMs που περιέχει την γενική κυκλοφορία η οποία οφείλεται στα μεγάλης κλίμακας παράγοντες (large-scale forcings) και να την εμπλουτίσουν χάρη (α) στην καλύτερη αναπαράσταση της τοπογραφίας (λόγω της υψηλότερης ανάλυσης) και (β) στην δυνατότητα αναπαράστασης διεργασιών μικρότερης κλίμακας οι οποίες δεν μπορούν να προσομοιωθούν στην κλίμακα των GCMs. Τα περιοχικά μοντέλα χρησιμοποιούνταν ήδη από παλιά στην αριθμητική πρόγνωση καιρού, βελτιώθηκαν από τους Dickinson et al. (1989) και Giorgi (1990) και έκτοτε χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές, από παλαιοκλιματολογικές μέχρι την μελέτη της ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής.

Τα RCMs διαθέτουν πολλές υπορουτίνες για την προσομοίωση των φυσικών διεργασιών που είτε συμβαίνουν σε κλίμακα μικρότερη από την κλίμακα που μπορούν να αναλύσουν, όπως οι διεργασίες του ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος, είτε ξεφεύγουν από την φυσική των εξισώσεων Navier-Stokes που αποτελούν τον βασικό πυρήνα τους, όπως οι υπορουτίνες της ακτινοβολίας, είτε και τα δυο. Όλες αυτές οι υπορουτίνες διαθέτουν μια σειρά από παραμέτρους τις οποίες ο χρήστης του μοντέλου μπορεί να μεταβάλλει ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή, το μέγεθος και την ανάλυση του πλέγματος. Πριν από τις κυρίως προσομοιώσεις του ο χρήστης πρέπει να πραγματοποιήσει μερικές δοκιμαστικές προσομοιώσεις προκειμένου να εξετάσει αν η επιλογή των παραμέτρων του μοντέλου οδηγεί σε αληθοφανή αποτελέσματα. Αυτές οι προσομοιώσεις πραγματοποιούνται με δεδομένα από επανανάλυση (reanalysis) ώστε στη συνέχεια τα αποτελέσματά να μπορούν να επαληθευτούν με δεδομένα παρατηρήσεων. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται ρύθμιση του μοντέλου (tuning).

Βασικό πλεονέκτημα των RCMs είναι ότι, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, περιγράφουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας όπως την ορογραφία, την κατανομή ξηράς και θάλασσας και την χρήση της γης, τα οποία δεν είναι δυνατό να παρασταθούν ακόμα στις προσομοιώσεις των GCMs επειδή οι διαστάσεις τους είναι μικρότερες από τις διαστάσεις του πλέγματος του GCM. Επιπρόσθετα η αυξημένη χωρική ανάλυση των RCMs επιτρέπει να αναλύονται φαινόμενα μικρότερης χωρικής

κλίμακας που δεν αναλύονται από τα GCMs. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να προσομοιώσουν τη λειτουργία μηχανισμών ανάδρασης που δρουν σε περιοχική κλίμακα. Το κυριότερο μειονέκτημά τους είναι ότι αν τα αποτελέσματα του GCM που παρέχει τις οριακές συνθήκες είναι εσφαλμένα το ίδιο θα ισχύσει και για τα αποτελέσματα του RCM. Αυτό το μειονέκτημα ισχύει για όλες τις τεχνικές υποκλιμάκωσης. Επίσης μειονέκτημα αποτελεί η έλλειψη της δυνατότητας αλληλεπίδρασης με το GCM. Η ανάγκη ρύθμισης τους, είναι ένα ακόμα μειονέκτημα διότι μπορεί να αποδειχτεί διαδικασία χρονοβόρα και επίπονη.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι η εκτίμηση των κλιματικών συνθηκών που θα επικρατήσουν στο μέλλον σε ένα τόπο εμπεριέχει πολλούς παράγοντες αβεβαιότητας οι σημαντικότεροι από τους οποίους είναι: 1. Η επιλογή του σεναρίου εκπομπής θερμοκηπικών αερίων βάσει του οποίου γίνεται η προσομοίωση του μελλοντικού κλίματος, 2. Η επιλογή του GCM με το οποίο θα διεξαχθούν οι κλιματικές προσομοιώσεις, 3. Η επιλογή του RCM στην περίπτωση που χρησιμοποιείται μεθοδολογία δυναμικής υποκλιμάκωσης και 4. η επιλογή των αρχικών συνθηκών της κλιματικής προσομοίωσης του GCM δεδομένα του οποίου χρησιμοποιούνται ως δεδομένα εισόδου του RCM. Μια συνήθης πρακτική, που χρησιμοποιείται προκειμένου να μειωθούν οι αβεβαιότητες που οφείλονται στις διαφορετικές παραμετροποιήσεις και τους διαφορετικούς δυναμικούς κώδικες που χρησιμοποιούνται από τα διαφορετικά κλιματικά μοντέλα αλλά και στην αβεβαιότητα των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στο μέλλον, είναι το να αναλύονται αποτελέσματα ενός συνόλου από προσομοιώσεις διαφορετικών κλιματικών μοντέλων και για διάφορα σενάρια εκπομπών (ensemble).

2 Σενάρια εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Στα πλαίσια της μελέτης των προβλεπόμενων ανθρωπογενών κλιματικών αλλαγών, βασικός παράγων των προσομοιώσεων του μελλοντικού κλίματος είναι η εξέλιξη των συγκεντρώσεων στην ατμόσφαιρα των αερίων του θερμοκηπίου GHG, (CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, SF₆, HFCs, NO_x, CO, VOC, SO₂, BC, OC). Βεβαίως ο ρυθμός με τον οποίο θα εξελιχθούν στο μέλλον οι εκπομπές και κατά συνέπεια και οι συγκεντρώσεις

των θερμοκηπικών αερίων στην ατμόσφαιρα δεν μπορεί να προσδιορισθεί επακριβώς. Για το σκοπό αυτό στα πλαίσια της τρίτης έκθεσης της διακυβερνητικής επιτροπής του Ο.Η.Ε για την κλιματική αλλαγή (IPCC) διαμορφώθηκαν από ειδική ομάδα επιστημόνων ένας μεγάλος αριθμός σεναρίων (συνολικά 40 σενάρια) σχετικών με τη μελλοντική εξέλιξη των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (emission scenarios) (Nakicenović et al., 2000). Η διαμόρφωση των συγκεκριμένων σεναρίων στηρίχτηκε σε ορισμένους βασικούς άξονες που σχετίζονται με την εξέλιξη του παγκόσμιου πληθυσμού, τις πολιτικές που θα ακολουθηθούν γύρω από θέματα ενέργειας, το ρυθμό της οικονομικής ανάπτυξης, τη μελλοντική τεχνολογική ανάπτυξη καθώς και το κατά πόσο οι αποφάσεις γύρω από οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα λαμβάνονται σε τοπικό ή διεθνές επίπεδο. Βάσει της βαρύτητας του κάθε ενός από τους παράγοντες που αναφέραμε, τα διάφορα σενάρια εκπομπών ταξινομήθηκαν σε έξι ομάδες σεναρίων, η καθεμία των οποίων περιλαμβάνει παρόμοια σενάρια εκπομπών. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι εξής: η οικογένεια σεναρίων **A1** που χωρίζεται σε 3 υποκατηγορίες: τις **A1F**, **A1B** και **A1T**, η οικογένεια σεναρίων **A2**, η οικογένεια σεναρίων **B1** και η οικογένεια σεναρίων **B2**. Στο Κέντρο Ερεύνης Φυσικής της Ατμόσφαιρας και Κλιματολογίας της Ακαδημίας Αθηνών (ΚΕΦΑΚ) έχουν αναπτυχθεί βάσεις δεδομένων και προσομοιώσεων μοντέλων με βάσει τα σενάρια εκπομπών **A2**, **A1B**, **B2** και **B1**. Στον **πίνακα 1** αναφέρονται συνοπτικά τα χαρακτηριστικά των συγκεκριμένων σεναρίων.

Σενάριο A2	Μέτρια αύξηση του μέσου παγκόσμιου κατά κεφαλήν εισοδήματος. Ιδιαίτερα έντονη κατανάλωση ενέργειας. Ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. Αργή και τμηματική τεχνολογική ανάπτυξη και μέτριες έως μεγάλες αλλαγές στη χρήση γης. Ραγδαία αύξηση της συγκέντρωσης του CO ₂ στην ατμόσφαιρα η οποία θα φτάσει τα 850 ppm το 2100.
Σενάριο A1B	Ραγδαία οικονομική ανάπτυξη. Ιδιαίτερα έντονη κατανάλωση ενέργειας αλλά παράλληλα διάδοση νέων και αποδοτικών τεχνολογιών. Χρήση τόσο ορυκτών καυσίμων όσο και εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Μικρές αλλαγές στη χρήση γης. Ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού μέχρι το έτος 2050 και σταδιακή μείωσή του στη συνέχεια. Έντονη αύξηση της συγκέντρωσης του CO ₂ στην ατμόσφαιρα η οποία θα φτάσει τα 720 ppm το 2100.
Σενάριο B2	Ανάπτυξη της παγκόσμιας οικονομίας με μέτριους ρυθμούς. Ηπιότερες τεχνολογικές αλλαγές σε σύγκριση με τα σενάρια εκπομπών A1 και B1. Ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. Αύξηση της συγκέντρωσης του CO ₂ στην ατμόσφαιρα με μέτριους αλλά σταθερούς ρυθμούς η οποία θα φτάσει το 2100 τα 620 ppm .
Σενάριο B1	Μεγάλη αύξηση του παγκόσμιου κατά κεφαλήν εισοδήματος. Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Μείωση της χρήσης των συμβατικών πηγών ενέργειας και στροφή στη χρήση τεχνολογιών που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές. Ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού μέχρι το έτος 2050 και σταδιακή μείωσή του στη συνέχεια. Αύξηση της συγκέντρωσης του CO ₂ στην ατμόσφαιρα με ήπιους σχετικά ρυθμούς ιδιαίτερα από το 2050 και μετά η οποία θα φτάσει το 2100 τα 550 ppm .

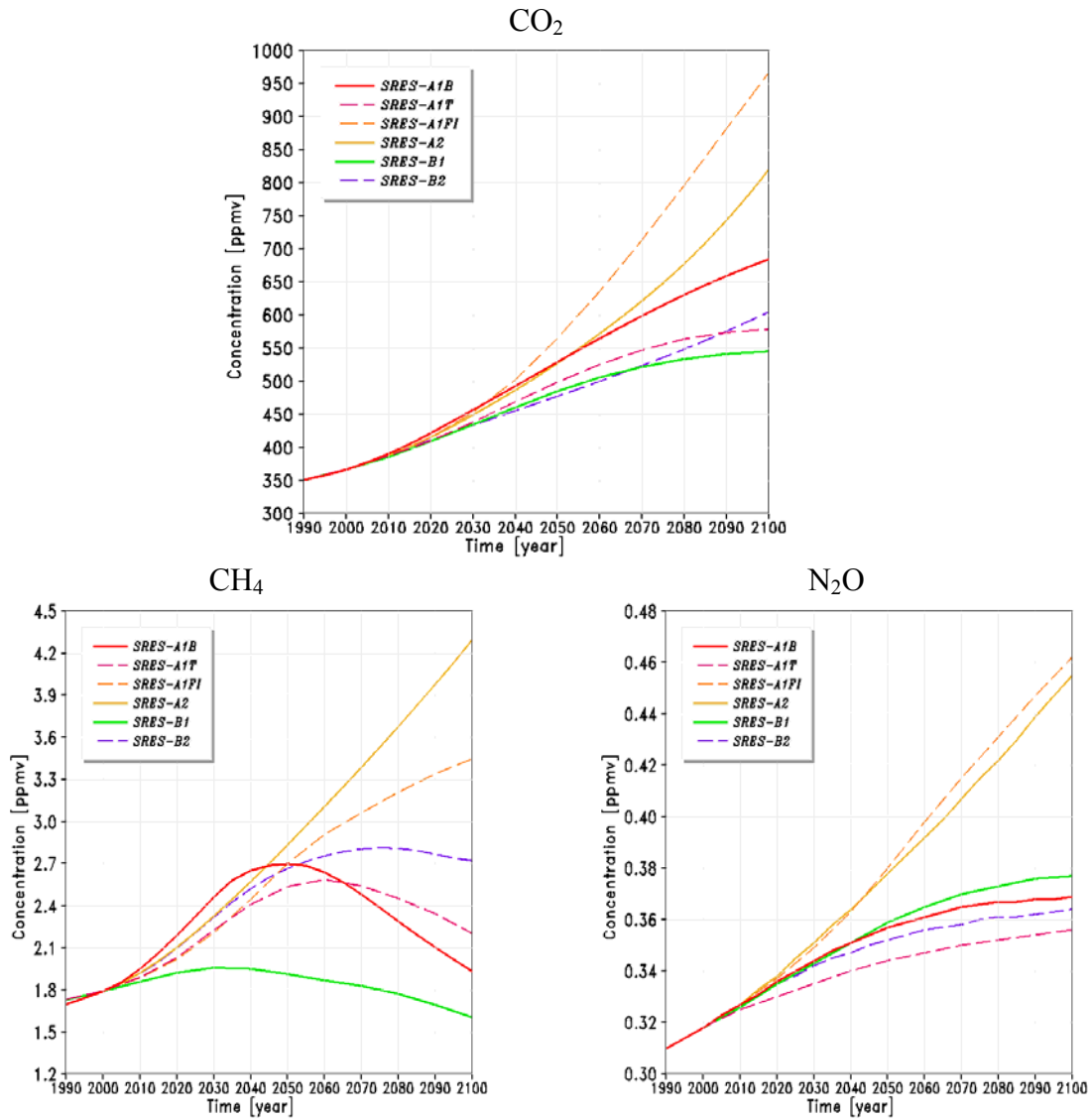
ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Σενάρια εκπομπών

Στον **πίνακα 2** φαίνεται η χρονική εξέλιξη των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), του μεθανίου (CH₄) και του μονοξειδίου του αζώτου (N₂O) κατά τον 21^ο αιώνα βάσει των προαναφερθέντων 4 σεναρίων εκπομπών.

SRES Έτος	Εκπομπές CO ₂ (PgC/έτος)				Εκπομπές CH ₄ (Tg(CH ₄)/έτος)				Εκπομπές NO ₂ (TgN/έτος)			
	A1B	A2	B1	B2	A1B	A2	B1	B2	A1B	A2	B1	B2
2000	7.97	7.97	7.97	7.97	323	323	323	323	7	7	7	7
2010	10.88	9.58	9.28	8.78	373	370	349	349	7	8.1	7.5	6.2
2020	12.64	12.25	10.63	9.05	421	424	377	384	7.2	9.6	8.1	6.1
2030	14.48	14.72	11.11	9.9	466	486	385	426	7.3	10.7	8.2	6.1
2040	15.35	16.07	11.72	10.69	458	542	381	466	7.4	11.3	8.3	6.2
2050	16.38	17.43	11.29	11.01	452	598	359	504	7.4	12	8.3	6.3
2060	16	19.16	9.74	11.49	410	654	342	522	7.3	12.9	7.7	6.4
2070	15.73	20.89	8.18	11.62	373	711	324	544	7.2	13.9	7.4	6.6
2080	15.18	23.22	6.7	12.15	341	770	293	566	7.1	14.8	7	6.7
2090	14.3	26.15	5.32	12.79	314	829	266	579	7.1	15.7	6.4	6.8
2100	13.49	29.09	4.23	13.32	289	889	236	597	7	16.5	5.7	6.9

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Χρονική εξέλιξη των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), του μεθανίου (CH₄) και του μονοξειδίου του αζώτου (N₂O) κατά τον 21^ο αιώνα βάσει των σεναρίων εκπομπών A1B, A2, B1 και B2.

Επιπρόσθετα στο σχήμα 1 φαίνεται για 6 διαφορετικά σενάρια εκπομπών η χρονική εξέλιξη των συγκεντρώσεων των ίδιων αερίων ρύπων κατά τον 21^ο αιώνα.



ΣΧΗΜΑ 1: Χρονική εξέλιξη των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), του μεθανίου (CH₄), του μονοξειδίου του αζώτου (N₂O) κατά τον 21^ο αιώνα βάσει των σεναρίων εκπομπών A1B, A1T, A1FI, A2, B1 και B2.

3 Προγράμματα PRUDENCE και ENSEMBLES

Το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα PRUDENCE (<http://prudence.dmi.dk/>) πραγματοποιήθηκε κατά την χρονική περίοδο 1^η Νοεμβρίου 2001 – 31 Οκτωβρίου 2004, και είχε ως βασικό σκοπό τον προσδιορισμό των κινδύνων και των συνεπειών που θα προκαλέσουν οι κλιματικές αλλαγές εξαιτίας των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρώπη. Η εκτίμηση αυτή βασίστηκε σε προσομοιώσεις του παρόντος και του μελλοντικού κλίματος που πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση κλιματικών προτύπων προσομοίωσης (Models) υπό διάφορα σενάρια εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Προκειμένου η χωρική ανάλυση των εκτιμώμενων κλιματικών μεταβολών να είναι υψηλή χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι δυναμικής υποκλιμάκωσης. Πιο συγκεκριμένα τα ανά εξάωρο δεδομένα εξόδου των AOGCMs, HadAM3H, ECHAM4, ECHAM5 και Arpège, χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα εισόδου στις προσομοιώσεις που πραγματοποιήθηκαν από ένα σύνολο RCMs χωρικής ανάλυσης 0.5° x 0.5° που αναπτύχθηκαν για τις ανάγκες του προγράμματος. Η εκτίμηση του μελλοντικού κλίματος έγινε υπό τα σενάρια εκπομπών A2 και B2.

Στον παρακάτω πίνακα υπάρχουν πληροφορίες για τα RCMs του προγράμματος PRUDENCE δεδομένα των οποίων χρησιμοποιούνται στην μελέτη των περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα» προκειμένου να υπολογιστούν οι μεταβολές της Μέσης Θερμοκρασία αέρος στα 2m από την επιφάνεια, της Βροχόπτωσης, της Σχετικής Υγρασίας στα 2 m από την επιφάνεια, του Κλάσματος Νεφοκάλυψης της Εισερχόμενης στην επιφάνεια Ολικής Μικρού Μήκους Κύματος Ακτινοβολίας και της Ταχύτητας του ανέμου στα 10m επιφάνεια, στις κλιματικές ζώνες που διαιρείται η Ελλάδα.

Ακρωνύμιο του RCM	Ινστιτούτο Ανάπτυξης του RCM	Χωρική Ανάλυση	Κατακόρυφα Επίπεδα	Βασική Βιβλιογραφική Αναφορά
CHRM	ETHZ, Switzerland	0.5° x 0.5°	20	Vidale et al. 2002
CLM	GKSS Germany	0.5° x 0.5°	20	Stappeler et al. 2003
HadRM3H	HC, UK	0.44° x 0.44°	19	Buonomo et al. 2007
HIRHAM	DMI, Denmark	0.44° x 0.44°	19	Christensen et al. 1998
RACMO	KNMI, Netherlands	0.44° x 0.44°	31	Lenderink et al. 2003
RCAO	SMHI, Sweden	0.44° x 0.44°	24	Döscher et al. 2007
RegCM	ICTP, Italy	0.44° x 0.44°	14	Giorgi et al. 1999
REMO	MPI, Germany	0.5° x 0.5°	19	Jacob 2001
PROMES	UCM, Spain	0.44° x 0.44°	28	Castro et al. 1993

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Περιοχικά Κλιματικά Μοντέλα του προγράμματος PRUDENCE.

Το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα ENSEMBLES (<http://ensemblesrt3.dmi.dk/>) πραγματοποιήθηκε κατά την χρονική περίοδο 1^η Σεπτεμβρίου 2004 – 31 Δεκεμβρίου 2009 και μπορεί να θεωρηθεί συνέχεια του προγράμματος PRUDENCE. Στόχος του προγράμματος αυτού ήταν η δημιουργία ενός συστήματος προσομοίωσης που θα παρείχε εκτιμήσεις των μεταβολών που θα υποστεί το κλίμα της Ευρώπης καθώς και άλλων περιοχών του πλανήτη εξαιτίας των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Στα πλαίσια του προγράμματος διερευνήθηκαν επίσης, οι επιπτώσεις των μεταβολών αυτών σε διάφορους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, στην γεωργία, στην υγεία του πληθυσμού, στις λίμνες και τα ποτάμια, στη φυσική βλάστηση κ.α.

Οι προσομοιώσεις πραγματοποιήθηκαν από ένα σύνολο κλιματικών μοντέλων που περιλάμβανε τα πιο εξελιγμένα μέχρι σήμερα RCMs και AOGCMs. Στα πλαίσια μάλιστα του προγράμματος ελέγχθηκε η αξιοπιστία των μοντέλων και η ικανότητα τους να αναπαράγουν επιτυχώς το κλίμα των υπό μελέτη περιοχών κατά το παρόν. Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων καλύπτουν μεγάλο εύρος χωρικών (τοπική, περιοχή, πλανητική) και χρονικών (εποχική, δεκαετίας, μεγαλύτερη από δεκαετία) κλιμάκων. Η εκτίμηση του μελλοντικού κλίματος έγινε υπό το σενάριο A1B.

Στον πίνακα που ακολουθεί υπάρχουν πληροφορίες για τα RCMs του προγράμματος ENSEMBLES που επελέγησαν στην παρούσα μελέτη προκειμένου να εκτιμηθούν οι μεταβολές των βασικότερων κλιματικών παραμέτρων για την περιοχή της Ελλάδας.

Ακρωνύμιο του RCM	Ινστιτούτο Ανάπτυξης του RCM	Χωρική Ανάλυση	Κατακόρυφα Επίπεδα	Βασική Βιβλιογραφική Αναφορά
C4IRCA3	SMHI, Sweden	0.22° x 0.22°	31	Kjellström et al. 2005
DMI-HIRHAM5	DMI, Denmark	0.22° x 0.22°	19	Christensen et al. 1998
ETHZ-CLM	ETHZ, Switzerland	0.22° x 0.22°	32	Böhm et al. 2006
METO-HC_HadRM3Q0	HC, UK	0.22° x 0.22°	19	Collins et al. 2006
ICTP-REGCM3	ICTP, Italy	0.22° x 0.22°	18	Giorgi et al. 1999
KNMI-RACMO2	KNMI, Netherlands	0.22° x 0.22°	40	Meijgaard et al. 2008
MPI-M-REMO	MPI, Germany	0.22° x 0.22°	27	Jacob et al. 2001
SMHIRCA	SMHI, Sweden	0.22° x 0.22°	24	Kjellström et al. 2005
CNRM-RM4.5	CNRM, France	0.22° x 0.22°	31	Reference none yet
CNRM-RM5.1	CNRM, France	0.22° x 0.22°	31	Reference none yet
OURANOS MRCC4.2.3	CCCma, Canada	0.22° x 0.22°	29	Plummer et.al (2006)

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Τα Περιφερειακά Κλιματικά Μοντέλα του προγράμματος ENSEMBLES.