

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



Μεταβιβαστικές Πληρωμές και Σύνδεση Θεμάτων στις Διεθνείς Περιβαλλοντικές Συμφωνίες

Μια βιβλιογραφική ανασκόπηση



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΙΩΜΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΑΡΤΖΕΤΑΚΗΣ ΕΥΤΥΧΙΟΣ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2018

Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή	3
Καθαρές Διεθνείς Περιβαλλοντικές Συμφωνίες	5
Μεταβιβαστικές Πληρωμές	8
Υποδείγματα Συμμετρικών Παικτών	8
Υποδείγματα Ασύμμετρων Παικτών	15
Σύνδεση Θεμάτων	31
Σύνδεση Περιβαλλοντικών και Τεχνολογικών Θεμάτων	31
Σύνδεση Περιβαλλοντικών και Εμπορικών Θεμάτων	38
Σύνδεση Περιβαλλοντικών Θεμάτων με Θέματα Φήμης.....	48
Αποτελέσματα	50
Αναφορές	53

Εισαγωγή

Η συνεχιζόμενη δυσμενής περιβαλλοντική κατάσταση του πλανήτη μας λόγω της παγκόσμιας διασυννοριακής μόλυνσης έχει καταστήσει την διακρατική συνεργασία απαραίτητη προϋπόθεση για την επίλυση των προβλημάτων που προκύπτουν από αυτή την κατάσταση. Από την σκοπιά της οικονομικής επιστήμης, η διεθνική ρύπανση του περιβάλλοντος δημιουργεί αρνητική εξωτερικότητα τόσο στον ρυπαίνων όσο και στο ρυπαίνοντα, θεωρώντας την εκπομπή ρυπογόνων ουσιών ως ένα πρόβλημα δημοσίου αγαθού ή πιο εύστοχα δημοσίου «κακού». Αυτό συνιστά ότι υπάρχει μια αλληλεπίδραση μεταξύ των χωρών και των στρατηγικών τους όσων αφορά την διεθνή περιβαλλοντική τους πολιτική, με την θεωρία παιγνίων να εμφανίζεται ως η καθ' ύλην αρμόδια για την μοντελοποίηση και επίλυση τέτοιων θεμάτων.

Σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα αποτελούν η κλιματική αλλαγή, λόγω εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHGs) και η διεύρυνση της τρύπας του όζοντος, λόγω εκπομπών αερίων που καταστρέφουν το όζον(ODS). Προκειμένου να μετριασθούν οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων, κάνοντας τον περιβαλλοντικό έλεγχο αποτελεσματικότερο, χρειάστηκε να υπογραφούν διεθνείς περιβαλλοντικές συμφωνίες. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει παγκόσμια αρχή που να μπορεί να επιβάλλει την τήρηση των συμφωνιών, συνεπάγεται ότι αυτές πρέπει να είναι αυτό-επιβαλλόμενες, κάτι το οποίο δείχνει να μην συμβαίνει σε μεγάλο βαθμό στην πραγματικότητα.

Οι κυριότερες από τις υπογραφόμενες συμφωνίες είναι το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ(1987), το πρωτόκολλο του Κιότο(1998), ως μέρος της σύμβασης πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (UNFCCC)(1992) και η ,σχετικά πρόσφατη, συμφωνία του Παρισιού (2016).Η ύπαρξη του προβλήματος του ελεύθερου καβαλάρη (free-rider) αποτελεί το σημαντικότερο λόγο που πολλές από τις ήδη υπάρχουσες συμφωνίες τείνουν να αποτυγχάνουν. Ως free-riding θεωρούμε την περίπτωση ,δηλαδή, που οι χώρες έχουν κίνητρο να αποκλίνουν από την συμφωνία έχοντας μεγαλύτερα οφέλη από την εκπομπή περισσότερων ρύπων εν συγκρίσει με

αυτές που τηρούν την συμφωνία. Οπότε, απορρέει το ερώτημα πότε είναι μια συμφωνία κερδοφόρα.

Στην υπάρχουσα βιβλιογραφία που μελετά τις Διεθνείς Περιβαλλοντικές Συμφωνίες (ΔΠΣ) υπάρχουν δύο ρεύματα που ερευνούν τον σχηματισμό συνασπισμού χωρών που μειώνουν την ρύπανση. Το πρώτο είναι η μη-συνεργατική θεωρία παιγνίων (non-cooperative game theory) και το δεύτερο, που είναι και λιγότερο δημοφιλές, η συνεργατική θεωρία παιγνίων (cooperative game theory). Η σημαντικότερη διαφορά τους αφορά την μορφή που αποκτά ο συνασπισμός όταν φύγει μια χώρα από αυτόν. Η μη-συνεργατική θεωρία υποστηρίζει ότι μετά την αποστασία ενός εκ των υπογράφων ο συνασπισμός συνεχίζει να υφίσταται, ενώ η συνεργατική θεωρία υποθέτει ότι καταρρέει. Συνεπώς, τίθεται θέμα κατά πόσο και πότε μπορεί να είναι σταθερός ένας συνασπισμός. Στην παρούσα εργασία θα παρουσιάσουμε αξιολογημένα άρθρα που προσπαθούν να δώσουν απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα.

Καθαρές Διεθνείς Περιβαλλοντικές Συμφωνίες

Προτού παραθέσουμε τα άρθρα που ασχολούνται με τις μεταβιβαστικές πληρωμές και την σύνδεση θεμάτων θα ήταν εντελώς αδόκιμο να μην ασχοληθούμε με την βιβλιογραφία των καθαρών Διεθνών Περιβαλλοντικών Συμφωνιών, δηλαδή την βιβλιογραφία που εξετάζει το πλαίσιο των διαπραγματεύσεων μεταξύ των χωρών, που έχουν ως αποκλειστικό τους στόχο την άσκηση ή μη περιβαλλοντικής πολιτικής. Τέτοια υποδείγματα συνήθως υιοθετούν είτε την αντικειμενική εξίσωση κερδών των Carraro και Siniscalco (1991) είτε του Barrett(1994a) (όπως φαίνονται παρακάτω αντίστοιχα) λύνοντας ένα κλασσικό παίγνιο 2-σταδίων, υποθέτοντας ότι οι χώρες του υποδείγματος είναι συμμετρικές.

- $W_i = B_i(e_i) - D_i(E) \quad \forall i \in N$
- $W_i = A_i(Q) - C_i(q_i) \quad \forall i \in N$

Όπου με B αναπαριστούν τα οφέλη της χώρας από την εκπομπή των ρύπων για παραγωγικές και την καταναλωτικές δραστηριότητες, ενώ με D τις ζημιές που προκαλούνται από την ρύπανση του περιβάλλοντος ($E = \sum_i^n e_i$). Αντίστοιχα A είναι το όφελος μιας χώρας i από το παγκόσμιο abatement ενώ το C το κόστος του abatement της χώρας i ($Q = \sum_i^n q_i$), όπου ως abatement αναφέρεται η προσπάθεια μείωσης των εκπομπών που προέρχεται από τον επιμερισμό των παραγωγικών πόρων.

Το παίγνιο παρουσιάζει 2 στάδια, όπως προαναφέραμε, το στάδιο σχηματισμού του συνασπισμού και το στάδιο επιλογής της περιβαλλοντικής πολιτικής. Στο πρώτο, δηλαδή, οι παίκτες αποφασίζουν αν θα παίξουν συνεργατικά, σχηματίζοντας συνασπισμό ή θα παίξουν ατομικά, ενώ στο δεύτερο αποφασίζουν να θέσουν είτε συλλογικά είτε ατομικά το επίπεδο της περιβαλλοντικής τους πολιτικής (επίπεδο εκπομπής ρύπων ή επίπεδο εκπομπής abatement). Για παράδειγμα τα άρθρα των Carraro και Siniscalco(1991), Finus(2001,2003), Rubio και Casino(2001), Diamantoudi και Sartzetakis (2002,2006), Rubio και Ulph(2006) υποθέτουν ότι οι χώρες μεγιστοποιούν την συνάρτηση ευημερίας τους χρησιμοποιώντας ως μεταβλητή το επίπεδο εκπομπής ρύπων, ενώ ο Barrett(1994a) το επίπεδο του abatement.

Με βάση τις επιλογές των παικτών οι συγγραφείς, στο δεύτερο στάδιο, εξετάζουν το ενδεχόμενο όπου όλες οι χώρες δεν συνεργάζονται (Ναυ ισορροπία) είτε συνεργάζονται πλήρως(ισορροπία κατά Παρέτο), με την διαφορά στην ευημερία για τις δυο περιπτώσεις να ορίζεται ως το κέρδος για συνεργασία (Carraro και Siniscalco,1991). Λύνοντας το παίγνιο με οπισθογενή επαγωγή προχωρούμε στο πρώτο στάδιο κατά το οποίο μελετάτε αν ο συνασπισμός είναι σταθερός και αυτό-επιβαλλόμενος, σύμφωνα με τις συνθήκες εσωτερικής και εξωτερικής σταθερότητας,

στο άρθρο του D'Aspremont (1983). Οι συνθήκες κερδοφορίας και εσωτερικής, εξωτερικής σταθερότητας είναι οι παρακάτω· με την πρώτη να δείχνει πως αν η ευημερία κάθε μέλους του συνασπισμού είναι μεγαλύτερη από την ευημερία κάθε χώρας που δεν υπογράφει, ο συνασπισμός θα είναι κερδοφόρος. Για την συνθήκη εσωτερικής σταθερότητας ισχύει ότι, τα μέλη του συνασπισμού πρέπει να έχουν μεγαλύτερη ή ίση ευημερία από αυτή που θα είχαν αν μια χώρα αποστατούσε από τον συνασπισμό, ενώ για την συνθήκη εξωτερικής σταθερότητας ισχύει ότι, οι free-riders πρέπει να έχουν τουλάχιστον ίση ευημερία με τα μέλη του συνασπισμού από τον οποίο κάποια χώρα αποχώρησε. Με άλλα λόγια, ένας συνασπισμός είναι σταθερός εάν δεν υπάρχει κίνητρο απόκλισης για τα μέλη του από αυτόν και ένα δεν υπάρχει κίνητρο επέκτασης του από τις χώρες που δεν αποτελούν μέλη του. (Carraro και Siniscalco, 1993)

- $W_s^*(s) > W_{ns}^*(s) \forall s \in S$
- $W_{ns}^*(s-1) \leq W_s^*(s) \forall s \in S$
- $W_s^*(s+1) \leq W_{ns}^*(s) \forall s \in S$

Οι συνασπισμοί που θα προκύψουν από την λύση του παιγνίου εξαρτώνται, επομένως, από την κυρτότητα των καμπυλών των συναρτήσεων ευημερίας και συγκεκριμένα από τις συναρτήσεις ωφέλειας, ζημιάς, κόστους κάθε χώρας. Στην ουσία η κυρτότητα των καμπυλών αυτών επηρεάζει την κλίση της συνάρτησης βέλτιστης αντίδρασης της εκάστοτε χώρας, μεταβάλλοντας διαφορικά τον αριθμό των μελών της συμφωνίας. Οι συναρτήσεις αυτές μπορούν να λάβουν τρεις μορφές: ορθογώνιες, καθοδικής κλίσης (τύπου Κουρνό) και κλίσης ίση με -1 (Finus, 2001).

Το μέγεθος του συνασπισμού αλλάζει επίσης, εάν υπάρξει αλλαγή στις υποθέσεις του παιγνίου όσον αφορά τον χρονικό ορίζοντα της επιλογής του δεύτερου σταδίου. Συγκεκριμένα όταν η επιλογή της περιβαλλοντικής πολιτικής παρθεί ταυτόχρονα μεταξύ των κρατών ενδέχεται να σχηματιστεί μικρότερος συνασπισμός, από την περίπτωση που τα μέλη του συνασπισμού είχαν το πλεονέκτημα της πρώτης κίνησης (Στάκελμπεργκ-ηγέτη) (Finus, 2003, Carraro και Siniscalco, 1991, Rubio και Casino, 2001). Όμως όπως θα δούμε στους παρακάτω πίνακες καταλήγουμε στη γενική θεώρηση πως η μέγιστη συνεργασία σε υποδείγματα καθαρών ΔΠΣ, με ταυτόχρονη επιλογή θα αποτελείται από συνασπισμούς μικρής συμμετοχής ή από συνασπισμούς με μεγάλη συμμετοχή και μικρά κέρδη (μεγάλος αλλά ρηχός) (π.χ. Barrett, 1994a).

Διαδοχική επιλογή χωρών με μεταβλητή επιλογής την εκπομπή ρύπων			
B	D	s*	
Τετραγωνική	Γραμμική	3	Finus(2003)
Τετραγωνική(ή Γραμμική	Τετραγωνική	[2,N]	Finus(2003)
Τετραγωνική	Τετραγωνική	4	Diamantoudikai Sartzetakis(2006)
Τετραγωνική	Τετραγωνική	>4 μεγάλοι και ρηχοί	Rubio και Ulph(2006)

Πίνακας 1

Ταυτόχρονη επιλογή χωρών με μεταβλητή επιλογής την εκπομπή ρύπων					Διαδοχική επιλογή χωρών με μεταβλητή επιλογής το επίπεδο του abatement			
B	D	BRFs	s*	άρθρο	A	C	s*	άρθρο
Τετραγωνική	Γραμμική	ορθογώνιες	3	Carraro και Siniscalco(1991), Finus(2001,2003),	Γραμμική ή	Τετραγωνική ή	3 (n>3)	Barrett,1994a
Τετραγωνική	Τετραγωνική	καθοδικής κλίσης(τύπου Κουρνό)	2	Finus(2003), Carraro και Siniscalco(1991), Rubio και Casino,2001)	Γραμμική ή	Γραμμική	0	Barrett,1994a
Γραμμική	Τετραγωνική	καθοδικής κλίσης (= -1)	1	Finus(2003)				

Πίνακας 2

Μεταβιβαστικές Πληρωμές

Υποθέτοντας ότι οι χώρες δρουν για το δικό τους συμφέρον, ένας τρόπος να πετύχουμε το επιθυμητό συνεργατικό αποτέλεσμα είναι να εισάγουμε την πιθανότητα ύπαρξης μεταβιβαστικών πληρωμών στο παιχνίδι. Οι πληρωμές αυτές δίδονται, συνήθως, από τις χώρες που συνεργάζονται στις χώρες που δεν συνεργάζονται, για να αντισταθμίσουν την απώλεια των κερδών τους από την επακόλουθη είσοδο τους στον συνασπισμό. Η μορφή των πληρωμών μπορεί να είναι είτε σαν μεταφερόμενη χρησιμότητα είτε ως εφάπαξ χρηματική πληρωμή, ανάλογα με τις υποθέσεις των εκάστοτε υποδειγμάτων.

Υποδείγματα Συμμετρικών Παικτών

Συνήθως στην βιβλιογραφία των καθαρών ΔΠΣ οι συγγραφείς υπέθεταν ότι το παίγνιο δυο σταδίων που παίζεται από τις χώρες είναι της μορφής του «Διλλήματος του Φυλακισμένου». Αυτό όμως δεν ισχύει στο άρθρο των Carraro and Siniscalco (1993) οι οποίοι υπέθεσαν ότι το παίγνιο είναι της μορφής «παιγνίου δειλίας» (Chicken Game). Οι συγγραφείς ανέπτυξαν το μοντέλο δύο σταδίων όπου στο πρώτο στάδιο τα κράτη επιλέγουν αν θα συμμετάσχουν στον συνασπισμό ή όχι και στο δεύτερο στάδιο αποφασίζουν ταυτόχρονα την επιλογή του επιπέδου των ρύπων τους. Ως περίπτωση εξετάζουν και την ύπαρξη δεσμεύσεων και μεταβιβαστικών πληρωμών στο δεύτερο στάδιο, προκειμένου να επεκταθεί ο συνασπισμός.

Η συνάρτηση ευημερίας που χρησιμοποίησαν ήταν της μορφής

$$P_i(x) = B_i(x_i) - D_{(x_i, x_{-i})}$$

Όπου με B αναπαριστούν τα οφέλη της χώρας από την χρήση των ρύπων για παραγωγικές και την καταναλωτικές δραστηριότητες, ενώ με D τις ζημιές που προκαλούνται από την ρύπανση του περιβάλλοντος (απώλειες ευημερίας). Η μεταβλητή x είναι οι ρύποι που δημιουργεί κάθε χώρα. Επίσης υποθέτουν ότι οι χώρες είναι συμμετρικές.

Η ανάλυση τους ξεκινά υπολογίζοντας το μη-συνεργατικό αποτέλεσμα βρίσκοντας την ισορροπία Nας του παιγνίου, θεωρώντας λόγω απλότητας ότι είναι μοναδική. Έπειτα βρίσκουν το συνεργατικό αποτέλεσμα, χρησιμοποιώντας τη διαπραγματευτική λύση Nας με στόχο να φτάσουν στο βέλτιστο κατά Παρέτο αποτέλεσμα. Συγκεκριμένα ακολουθείται μια διαπραγματευτική διαδικασία μεταξύ των χωρών που μπορεί να οδηγήσει σε σχηματισμό συνασπισμού χωρών j μεγέθους $2 \leq j \leq n$, με n το σύνολο των χωρών. Όπου ως πλήρη συνεργασία ονομάζουν συνασπισμό μεγέθους n , ενώ μερική συνεργασία συνασπισμό μεγέθους μικρότερο του n και μεγαλύτερο ή ίσο του 2.

Στην συνέχεια ορίζουν την συνθήκη σταθερότητας και κερδοφορίας των συνασπισμών. Η δεύτερη ικανοποιείται για κάθε συνασπισμό j αν η ευημερία της κάθε χώρας που

υπογράφει την συμφωνία είναι μεγαλύτερη από εκείνης που δεν υπογράφει, ενώ η πρώτη ικανοποιείται αν ισχύουν οι συνθήκες σταθερότητας. Από τις δύο παραπάνω προκύπτει ότι αν δεν υπάρξει δέσμευση των χωρών για να υπογράψουν την ΔΠΣ δεν μπορεί καμία αυτοχρηματοδοτούμενη μεταβιβαστική πληρωμή να αυξήσει τον αριθμό των κρατών που συνεργάζονται. Αυτό συμβαίνει γιατί μια πληρωμή των παικτών που ανήκουν στον συνασπισμό προκαλεί αποσταθεροποίηση επομένως απαιτείται κάποιο είδος δέσμευσης για να την αποτρέψει. Για αυτό έθεσαν και απέδειξαν κάποιες προτάσεις για την προσθήκη νέων συνεργατικών μελών. Ανέπτυξαν τέσσερα είδη δεσμεύσεων:

- i. δέσμευση σταθερού συνασπισμού
- ii. διαδοχική δέσμευση
- iii. ελάχιστη δέσμευση πλήρης συνεργασίας
- iv. εξωτερική δέσμευση

Η πρώτη υποστηρίζει ότι ο αν τα μέλη του υπάρχοντος συνασπισμού δεσμευτούν να συνεργαστούν θα παρακινήσουν άλλα κράτη να εισέλθουν στον συνασπισμό, μέσω της χρηματοδότησης τους από τα μεγαλύτερα κέρδη που θα προκύψουν. Ο αριθμός των ενδεχόμενων μελών εξαρτάται από τις κλίσεις των καμπυλών βέλτιστης αντίδρασης τους. Ανεξάρτητα από τον αριθμό των χωρών στο παιχνίδι, αν οι συναρτήσεις είναι ορθογώνιες μπορεί να έλθουν μέχρι και τέσσερις χώρες, με δεδομένο ότι ο υπάρχων συνασπισμός αποτελείται από τρεις. Αν ,όμως, συναρτήσεις βέλτιστης αντίδρασης έχουν αρνητική κλίση δεν θα εισέλθει καμία.

Η δεύτερη μορφή είναι ίδια με την πρώτη με την μόνη διαφορά τους να είναι ότι κάθε χώρα που γίνεται μέλος πρέπει να δεσμευτεί κι αυτή ούτως ώστε να προσέλθουν νέα μέλη. Είναι σαφώς πιο δεσμευτική από την προηγούμενη, ενώ στην περίπτωση που έχουμε ορθογώνιες συναρτήσεις βέλτιστης αντίδρασης οδηγούμαστε στην πλήρη συνεργασία.

Η τρίτη δέσμευση δείχνει ότι υπάρχει ένας ελάχιστος αριθμός χωρών (i/n) που πρέπει να δεσμευθούν σε συνεργασία προτρέποντας και τις υπόλοιπες να γίνουν μέλη μέσω πληρωμών. Αυτός ο αριθμός φθίνει όταν τα κέρδη από την μετάβαση στην πλήρη συνεργασία αυξάνονται και το κίνητρο για αποστασία μειώνεται. Αν το κλάσμα γίνει ίσο με 60% τότε συμμετέχουν όλες οι χώρες στον συνασπισμό.

Η τελευταία δέσμευση αντιστρέφει την λογική της αποζημίωσης των μη-μελών από τον συνασπισμό. Δηλαδή εξετάζει την περίπτωση που οι μη-συνεργατικές χώρες επωφελούνται από την επέκταση του συνασπισμού, διότι δέχονται λιγότερους ρύπους. Δεσμεύεται ,λοιπόν, την χρηματοδότηση των μελών από ένα αριθμό $n-j-r$ μη-μελών. Ο αριθμός των νέων μελών φθάνει το 70% του συνόλου των κρατών, σε περίπτωση που οι συναρτήσεις βέλτιστης αντίδρασης είναι ορθογώνιες.

Η παραπάνω ανάλυση προέκυψε από την επιτακτική ανάγκη παρουσίας της περιβαλλοντικής συνεργασίας χωρίς την χρήση μηχανισμών trigger ή stick/carrot ,οι οποίοι εμφανίζονται σε επαναλαμβανόμενα παίγνια. Αυτό συμβαίνει καθώς οι συγγραφείς δεν νοούν την εμφάνιση τέτοιων μηχανισμών, στο πλαίσιο της

διαπραγμάτευσης για διεθνή περιβαλλοντικά θέματα, που έχουν σκοπό την τιμωρία χωρών που δεν συμμετέχουν στον συνασπισμό μέσω αύξησης εκπομπής των ρύπων των μελών του συνασπισμού. Γι αυτό τον λόγο και περιόρισαν την ανάλυση τους σε παίγνια της μορφής one-shot.

Όπως αναφέραμε παραπάνω η λύση του παιγνίου που αφορά το στάδιο της διαπραγμάτευσης για την επιλογή εισόδου ή εξόδου μιας χώρας από τον συνασπισμό έχει την μορφή ενός «παιγνίου δειλίας». Η εξήγηση της λύσης αυτής παρουσιάζεται με ένα παράδειγμα στο άρθρο, στο οποίο υποθέτουν οι συγγραφείς ότι υπάρχει ένας συνασπισμός j και δύο οριακές χώρες που αποφασίζουν την στρατηγική που θα ακολουθήσουν. Λόγω της ισχύς των συνθηκών σταθερότητας για τον συνασπισμό j και οι δύο χώρες έχουν κίνητρο να εισέλθουν στον συνασπισμό, παρόλα αυτά όμως επιθυμούν περισσότερο η κάθε μία να μην εισέλθει η ίδια και να εισέλθει η άλλη. Όμως αν μια από τις δύο δεν συνεργαστεί η άλλη θα θέλει να μετάσχει στον σταθερό συνασπισμό. Επομένως στο παίγνιο δεν έχουμε κυρίαρχη στρατηγική για καμία από τις δυο χώρες με την ισορροπία να καταλήγει στο αποτέλεσμα ότι μία από τις δύο χώρες θα συνεργαστεί και η άλλη όχι.

Τρόποι αντιμετώπισης οδήγησης των χωρών σε αυτό το αποτέλεσμα μπορούν να προκύψουν υποθέτοντας πως οι χώρες στο υπόδειγμα δεν είναι συμμετρικές αλλά διαφέρουν ως προς την τεχνολογική τους ανάπτυξη ή την περιβαλλοντική τους κατάσταση, προδίδοντας έτσι τις χώρες που είναι πιο κοντά στο να υπογράψουν μια συμφωνία. Σκεπτόμενοι ,για παράδειγμα, ότι ο συνασπισμός υιοθετεί την εξωτερική δέσμευση, χώρες με υψηλότερο κόστος περιβαλλοντικής πολιτικής πιθανότατα να χρηματοδοτήσουν τις μειώσεις εκπομπής των ρύπων για χώρες με χαμηλότερο κόστος, με τις τελευταίες να σχηματίζουν έτσι συνασπισμό. Επίσης στην περίπτωση που εμφανίζεται δέσμευση σταθερού συνασπισμού χώρες με μεγάλη επιρροή στην ρύπανση του πλανήτη, ενδεχομένως θα μπορούσαν να δεσμευτούν για να υπογράψουν την συμφωνία ,προτρέποντας με αυτόν τον τρόπο και άλλα κράτη.

Συνοψίζοντας λοιπόν τα κύρια συμπεράσματα που κατέληξαν οι Carraro and Siniscalco (1993) παρατηρούμε ότι η «τραγωδία των κοινών» δεν είναι η αναγκαστική έκφανση της περιβαλλοντικής συνεργασίας η οποία προέρχεται από την αλληλεπίδραση μεταξύ των στρατηγικών των χωρών, δρώντας σε ένα διεθνές κοινό περιβάλλον. Αυτό σημαίνει πως μπορούν να υπάρξουν συμφωνίες για μερικές χώρες (που σχηματίζουν συνασπισμό χωρίς να περιέχει όλες τις χώρες), οι οποίες θα είναι σταθερές και κερδοφόρες. Αυτή η σταθερότητα και κερδοφορία που προκύπτει από την μερική συνεργασία δύναται να χρησιμοποιηθεί για την επέκταση του ήδη υπάρχοντα συνασπισμού μέσω αυτό-χρηματοδοτούμενων μεταβιβαστικών πληρωμών ευημερίας, προτρέποντας έτσι κι άλλες χώρες σε συνεργασία. Για να επιτευχθεί όμως αυτό, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η είσοδος ,στο υπόδειγμα, κάποιας μορφής δέσμευσης (μερικής δέσμευσης), η οποία σε συνδυασμό με τις μεταβιβαστικές πληρωμές μπορούν να φτάσουν την πλήρη συνεργασία.

Οι Hoel και Schneider (1997) από την πλευρά τους μελέτησαν την αποτελεσματικότητα των μεταβιβαστικών πληρωμών όταν λαμβάνονται από τις χώρες που δεν συμμετέχουν στον συνασπισμό, ούτως ώστε αυτές να μειώσουν το επίπεδο της ρύπανσης που προκαλούν. Παρόλο που οι συγγραφείς θεωρούν ότι οι χώρες έχουν συμμετρικές συναρτήσεις κόστους και ωφέλειας, εντάσσουν ένα μη περιβαλλοντικό κόστος(α_i), το οποίο αντιμετωπίζουν οι χώρες που δεν υπογράφουν την συμφωνία. Το κόστος αυτό, το οποίο διαφέρει μεταξύ των χωρών, μπορεί να εκφράζει την κακή φήμη¹ που αποκτά μια χώρα, η οποία δεν υπόκειται σε ένα κοινωνικό κανονιστικό πλαίσιο, μη τηρώντας την συμφωνία. Με αυτόν τον τρόπο, για τις χώρες που δεν υπογράφουν την συμφωνία δεν υπάρχει μόνο η πιθανότητα να ζημιωθούν από αύξηση των ρύπων των χωρών του συνασπισμού (Carraro and Siniscalco 1993, Barrett 1994a, Hoel 1992) αλλά και εξαιτίας του μη-περιβαλλοντικού κόστους.

Οι συγγραφείς συγκρίνουν δυο καταστάσεις όπου στην πρώτη δεν επιτρέπονται οι μεταβιβαστικές πληρωμές, στην συνεργασία μεταξύ χωρών, ενώ στην δεύτερη επιτρέπονται. Προτού εξετάσουμε τις δύο καταστάσεις, αξίζει να αναφέρουμε πως οι επιλογές των χωρών, ως προς το επίπεδο εκπομπής των ρύπων τους, γίνονται ταυτόχρονα, μολονότι όμως τα περιβαλλοντικά κόστη είναι γραμμικά το αποτέλεσμα δεν θα άλλαζε αν η επιλογή γινόταν διαδοχικά.

Στην πρώτη κατάσταση βρίσκουν την χρησιμότητα για κάθε χώρα-μέλος του συνασπισμού n , η οποία μεγιστοποιείται από ένα κοινό επίπεδο ρύπων (x) για τα μέλη του συνασπισμού, καταλήγοντας ότι το οριακό προϊόν (ως προς τους ρύπους) του κάθε μέλους θα ισούται με την οριακή περιβαλλοντική ζημιά του. Επομένως μια μείωση του αριθμού των χωρών που συνεργάζονται ή μια μείωση της οριακής περιβαλλοντικής ζημιάς οδηγούν σε αύξηση των ρύπων του συνασπισμού. Αυτό σημαίνει ότι τιμωρούνται οι χώρες που φεύγουν από τον συνασπισμό ενώ αντίθετα επιβραβεύονται οι χώρες που εισέρχονται στον συνασπισμό.

Όσον αφορά τις χώρες εκτός συνασπισμού μεγιστοποιούν την χρησιμότητα τους εκπέμποντας το μέγιστο επίπεδο ρύπων ($y^0 \geq x$), με το οριακό προϊόν του κάθε free-rider να ισούται με την οριακή περιβαλλοντική ζημιά του. Ως προς την χρησιμότητα του free-rider, το μη-περιβαλλοντικό κόστος απεικονίζει την αιτία συμμετοχής στον συνασπισμό, ακόμη και αν οι χώρες δεν είναι υποχρεωμένες να συνεργαστούν, από κάποιο διεθνές νομικό πλαίσιο.

Οι συγγραφείς ορίζουν την διαφορά στις δύο παραπάνω χρησιμότητες(Φ_i)² ως το κίνητρο εισόδου μιας χώρας στον συνασπισμό, δεδομένου ότι η διαφορά είναι μη αρνητική. Αντίθετα αν είναι αρνητική αποτελεί το κίνητρο μιας χώρας να μην

¹ Ο χαρακτηρισμός ως κακή φήμη πηγάζει από την θεώρηση της παραβίασης ενός κοινωνικού κανόνα ο οποίος υποστηρίζει την σημαντικότητα της συμμετοχής σε μια περιβαλλοντική συμφωνία, τέτοια παραδείγματα αποτελούν οι κανόνες συνεργασίας (Elster, 1989).

² Η διαφορά αυτή ορίζεται ως $\Phi_i = u^c(n) - u^F(n-1)$, με την χρησιμότητα του free-rider όταν φεύγει μια χώρα από τον συνασπισμό να είναι ίση με $u^F(n-1)$.

αποτελεί μέλος του συνασπισμού. Οι σχέσεις αυτές αποτελούν τις συνθήκες εσωτερικής και εξωτερικής σταθερότητας για τον συνασπισμό. Επομένως για να έχει κίνητρο να ενταχθεί στον συνασπισμό ένα κράτος θα πρέπει τα οφέλη από το free-riding να καλύπτονται τόσο από τα αυξημένα περιβαλλοντικά κόστη λόγω της μη-συνεργασίας όσο και από τις αυξημένες εκπομπές ρύπων των υπολοίπων κρατών-μελών, συν το μη-περιβαλλοντικό κόστος. Έτσι το κίνητρο συμμετοχής μιας χώρας δίνεται από την παρακάτω σχέση, όπου το $\varphi(n)$ αντιπροσωπεύει την διαφορά περιβαλλοντικής ωφέλειας κόστους, χωρίς να περιλαμβάνει το κόστος της ετερογένειας.

$$\Phi_i(n) = \varphi(n) + a_i(n-1)$$

Οι Hoel και Schneider έδειξαν ότι το κίνητρο για συνεργασία μπορεί είτε να αυξάνεται όσο αυξάνεται αριθμός των μελών είτε μειώνεται, διότι το $\varphi(n)$ και το a_i έχουν αντίθετες επιδράσεις σε μια αύξηση του αριθμού των μελών, με την περιβαλλοντική διαφορά να φθίνει και το μη περιβαλλοντικό κόστος να αυξάνει. Επομένως η μονοτονία της $\Phi_n(n)$ εξαρτάται από την επίδραση που υπερισχύει. Παρόλα αυτά, βρήκαν πως όταν η συνάρτηση είναι γνησίως φθίνουσα ο μεγαλύτερος σταθερός συνασπισμός δεν περιλαμβάνει όλες τις χώρες, κάτι το οποίο συμβαίνει όταν η συνάρτηση είναι κυρτή.

Στην δεύτερη περίπτωση οι χώρες που συνεργάζονται αποφασίζουν, όπως αναφέραμε παραπάνω, να προσφέρουν πληρωμές προς τις χώρες εκτός συνασπισμού με σκοπό την μείωση των ρύπων τους. Αυτές οι πληρωμές θα πρέπει να μην μεταβάλλουν την χρησιμότητα κάθε free-rider, με τα μέλη του συνασπισμού να επιλέγουν τόσο το δικό τους επίπεδο ρύπων όσο και των χωρών εκτός συνασπισμού. Μεγιστοποιώντας έτσι την χρησιμότητα τους οι χώρες-μέλη, καταλήγουν ότι το οριακό προϊόν του κάθε free-rider θα ισούται με την οριακή χρησιμότητα ενός μέλους του συνασπισμού επαυξημένου κατά μία χώρα. Δηλαδή μια χώρα εκτός συνασπισμού θα ρυπαίνει όσο ένα μέλος συνασπισμού $n+1$.

Δρώντας αντίστοιχα με την περίπτωση που δεν υπήρχαν πληρωμές, οι συγγραφείς ορίζουν την διαφορά στις χρησιμότητες μιας χώρας που συμμετέχει στον συνασπισμό(n) και μιας χώρας που δεν συμμετέχει στον συνασπισμό ($n-1$) ως το κίνητρο για συνεργασία μιας χώρας (Ψ_i). Επίσης οι συνθήκες σταθερότητας είναι αντίστοιχες.

Για την σύγκριση των κερδών των δύο περιπτώσεων οι συγγραφείς όρισαν την διαφορά τους ως το κίνητρο συμμετοχής μιας χώρας σε ένα συνασπισμό χωρίς μεταβιβαστικές πληρωμές (αν είναι θετικός αριθμός), όπως φαίνεται από την συνάρτηση.

$$\Pi(n) = \Phi_i(n) - \Psi_i(n) = \frac{N-n}{n} \pi(n) = \frac{T}{n} + (N-n)b[y(n)-y(n-1)]^3$$

³ $T = (N-n) [r(y^0) - r(y(n)) - b(y^0 - y(n))]$

Εδώ το T είναι το ύψος των πληρωμών (θετικός όρος) που υποχρεώνει την μείωση του επίπεδου των ρύπων στο y για τις χώρες εκτός συνασπισμού και το δεύτερο μέλος (αρνητικός όρος) αποτελεί την αύξηση των περιβαλλοντικών ζημιών που αντιμετωπίζουν οι χώρες αυτές από την αυξημένη εκπομπή ρύπων από $y(n)$ σε $y(n-1)$ των χωρών του συνασπισμού. Όταν ο αριθμός των μελών στον συνασπισμό είναι μεγάλος οι μεταβιβαστικές πληρωμές υπερσχύουν του δεύτερου όρου, οπότε θα υπάρχει κίνητρο συμμετοχής σε συνασπισμό που δεν επιβάλλει μεταβιβαστικές πληρωμές. Αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός πως όταν η συνάρτηση $\Psi_n(n)$ είναι φθίνουσα ο μέγιστος σταθερός συνασπισμός είναι μικρότερος από αυτόν στην περίπτωση χωρίς πληρωμές, ενώ όταν είναι κυρτή έχουμε πάλι πλήρη συνεργασία.

Όσον αφορά τους συνολικούς ρύπους μεταξύ των δύο περιπτώσεων τα πράγματα δεν είναι ξεκάθαρα. Παρόλο που μειώνεται ο αριθμός των χωρών-μελών όταν χρησιμοποιούνται οι μεταβιβαστικές πληρωμές, με αποτέλεσμα να ρυπαίνει περισσότερο ο συνασπισμός από το status quo, οι αποκλίνουσες χώρες ρυπαίνουν κάτω από το μέγιστο επίπεδο τους, διότι λαμβάνουν πληρωμές. Οι αρθρογράφοι, για αυτό το λόγο, προσφέρουν ένα παράδειγμα, με την συνάρτηση παραγωγής να είναι τετραγωνική, την συνάρτηση περιβαλλοντικού κόστους γραμμική και την οριακή περιβαλλοντική χρησιμότητα (b) να διαιρείται με τον αριθμό των χωρών του υποδείγματος, μοιράζοντας έτσι τους περιβαλλοντικούς πόρους οι χώρες $\frac{b}{N} = \beta \in [0,1]$, με το β να ερμηνεύεται και ως η βέλτιστη σχετική μείωση στους ρύπους (x) εξαιτίας των περιβαλλοντικών ζημιών.

Το εύρημα μας τους είναι ότι τόσο το κίνητρο για την συμμετοχή στον συνασπισμό, όπου δεν επιτρέπονται μεταβιβαστικές πληρωμές (Π), όσο και ο βαθμός της ετερογένειας αυξάνουν, καθώς η κοινωνικά άριστη μείωση των ρύπων (β) μεγαλώνει. Επομένως αυτή η διαφορά στα κέρδη (Π) γίνεται μεγαλύτερη όσο περισσότερες χώρες μοιράζονται τους περιβαλλοντικούς πόρους, συνεπώς ο αριθμός των μελών του συνασπισμού μικραίνει καθώς εισάγουμε τις μεταβιβαστικές πληρωμές στην σύμβαση, με το ποσοστό της μείωσης να κυμαίνεται στο 50%, ενώ για μικρό αριθμό χωρών ($n \leq 8$) μπορούμε να έχουμε πλήρη συνεργασία και στις δύο περιπτώσεις. (Πίνακας 3)

Επίσης γίνεται λόγος για την αποτελεσματικότητα της συμφωνίας με και χωρίς πληρωμές. Δηλαδή αν συνολικοί ρύποι που εκπέμπονται από τις χώρες μειώνονται με την εισαγωγή μεταβιβαστικών πληρωμών, πράγμα το οποίο όχι μόνο δεν συμβαίνει αλλά συμβαίνει το αντίθετο, με τους συνολικούς ρύπους να αυξάνονται καθώς μειώνεται η συμμετοχή στον συνασπισμό και αυξάνονται οι χώρες στο υπόδειγμα. Επιπλέον για μεγάλες τιμές του β και μικρό ποσοστό συμμετοχής στην συμφωνία η διαφορά στο συνολικό επίπεδο των ρύπων (ΔE) παίρνει τις μεγαλύτερες τιμές της. (Πίνακας 4)

Το συμπέρασμα των Hoel και Schneider είναι ότι οι μεταβιβαστικές πληρωμές δεν βελτιώνουν πάντα την αποτελεσματικότητα των διεθνών περιβαλλοντικών συμφωνιών καθώς μειώνουν τον βαθμό συνεργασίας σε μεγάλο βαθμό οδηγώντας

την συνολική ρύπανση σε υψηλότερα επίπεδα. Βέβαια η προσέγγιση αυτή των συγγραφέων έγινε αντικείμενο κριτικής για τον McGinty(2007) ο οποίος έδειξε ότι δεν υπάρχει κίνητρο να πληρώσεις χώρες εκτός συνασπισμού για να μειώσουν τους ρύπους τους διότι αν υπήρχε θα είχαν ήδη ενταχθεί οι χώρες αυτές στον συνασπισμό.

N (Για $n \leq 8, n^* = n^{**} = N$)	Χωρίς Μεταβιβαστικές Πληρωμές		Μεταβιβαστικές Πληρωμές	
	Αριθμός μελών(n^*)	Ποσοστό συμμετοχής(%)	Αριθμός μελών(n^{**})	Ποσοστό συμμετοχής(%)
9	8	88,9	7	77,8
10	9	90	6	60
20	14	70	3	15
30	19	63	3	10
40	24	60	3	7,5
50	29	58	3	6
60	34	56,7	3	5
70	39	55,7	3	4,3
80	44	55	3	3,8
90	49	54,4	3	3,8
100	54	54	3	3

Πίνακας 3

N	$\beta=0,1$		$\beta=0,3$		$\beta=0,6$		$\beta=0,9$	
	ΔE	$\Delta E (\%)$	ΔE	$\Delta E \%$	ΔE	$\Delta E \%$	ΔE	$\Delta E \%$
10	0,18	2	0,54	7,2	1,08	21,3	1,62	61,8
20	0,63	3,3	1,88	11,1	3,75	26,9	5,63	51,6
30	0,85	3	2,55	9,7	5,10	22,6	7,65	40,6
40	1,09	2,8	3,26	9,2	6,53	21	9,79	52
100	2,56	2,6	5,70	6,3	15,39	18,7	23,09	31,5

Πίνακας 4

Υποδείγματα με Ασυμμετρία Παικτών

Στον επίλογο του Carraro and Siniscalco (1993), οι συγγραφείς επεσήμαναν ότι για περαιτέρω ανάλυση θα πρέπει να εισαχθούν ασυμμετρίες στο υπόδειγμα, με τους Petrakis & Xerapadeas (1996) να ανταποκρίνονται χρησιμοποιώντας ένα αντίστοιχο μοντέλο με ασύμμετρες χώρες ως προς την οριακή περιβαλλοντική τους ζημιά. Η συνάρτηση καθαρών ωφελειών κάθε χώρας είναι της μορφής $b_i(e_i, e_{-i}) = B_i(e_i) - m_i X$ με την συνάρτηση περιβαλλοντικής ζημιάς να είναι γραμμική ($m_i X$), όπου X οι συνολικοί ρύποι των κρατών και m_i η οριακή περιβαλλοντική ζημιά. Επίσης η κλίμακα κατάταξης των οριακών ζημιών είναι $m_1 \geq m_2 \geq \dots m_N \geq 0$, $M = \sum m_i > 0$, ενώ η συνάρτηση ωφέλειας από την αύξηση των ρύπων είναι τετραγωνική. Στην ουσία το υπόδειγμα αυτό είναι ίδιο με του Hoel (1992) με την μόνη διαφορά ότι εδώ εισάγουν οι συγγραφείς την υπόθεση των μεταβιβαστικών πληρωμών ως εργαλείο επέκτασης του συνασπισμού.

Εν συνεχεία, υπολογίζουν την μη-συνεργατική και την πλήρη συνεργατική ισορροπία καταλήγοντας ότι κάποιες χώρες δεν επωφελούνται από την μετακίνησή τους από την πρώτη στην δεύτερη ισορροπία. Για τις χώρες που βελτιώνουν την ωφέλεια τους από αυτή την μεταβολή ισχύει η παρακάτω σχέση:

$$m_i < \frac{B_i(\bar{e}_i) - B_i(\hat{e}_i)}{\bar{X} - \hat{X}}$$

Ως περιβαλλοντικά ευσυνείδητες (ENCCs) ονομάζουν αυτές τις χώρες που ζημιώνονται από αυτήν την μετάβαση, δηλαδή αυτές που η διαφορά στην ωφέλεια μεταξύ των δύο καταστάσεων διαιρούμενη από την διαφορά των αντίστοιχων συνολικών ρύπων είναι μεγαλύτερη από την οριακή τους ζημιά. Ως λιγότερο περιβαλλοντικά ευσυνείδητες (LENCCs) ονομάζουν αυτές που ισχύει το αντίθετο. Στην περίπτωση που οι συναρτήσεις ωφέλειας αυτών είναι αρκετά παρόμοιες, οι χώρες αυτές εμφανίζουν μικρή οριακή περιβαλλοντική ζημιά.

Επειδή οι LENCCs δεν έχουν κίνητρο να συνεργαστούν εθελοντικά, οι ENCCs σχηματίζουν συνασπισμό στον οποίο κάθε χώρα συμφωνεί να ρυπαίνει στο πλήρως συνεργατικό αποτέλεσμα (first-best) και μετά να προσφέρει μεταβιβαστικές πληρωμές στις πρώτες για να επεκτείνουν τον συνασπισμό που έχει σαν στόχο, την μείωση των ρύπων για τις δεύτερες. Αν επιτραπούν οι μεταβιβαστικές πληρωμές, το συνολικό καθαρό όφελος των χωρών που συνεργάζονται θα μπορούσε να αναδιανεμηθεί με οποιαδήποτε τρόπο μεταξύ των χωρών, επομένως όλες οι χώρες θα μπορούσαν να βελτιώσουν την θέση τους (Hoel, 1992).

Οι συγγραφείς ακολουθούν το εγχείρημα της μερικής δέσμευσης των Carraro and Siniscalco (1993) για διασφαλίσουν την σταθερότητα ενός επεκτεινόμενου συνασπισμού. Συγκεκριμένα υιοθετούν την δέσμευση σταθερού συνασπισμού, ως πρωταρχική υπόθεση για την πρότασή τους, όπου όλες οι ευσυνείδητες χώρες δεσμεύονται σε συνεργασία.

Επίσης δεύτερη υπόθεση είναι ότι τα ευημερούντα κέρδη από την υπογραφή της συμφωνίας πρέπει να είναι μεγαλύτερα ή ίσα από την μείωση της περιβαλλοντικής ζημιάς των LENCCs που προκύπτει από την μετατόπιση τους στο first-best. Με άλλα λόγια, η διαφορά της ευημερίας μεταξύ του first-best και της Νας ισορροπίας, για όλες τις χώρες, να είναι τουλάχιστον ίση με την διαφορά στις ζημιές των χωρών εκτός συνασπισμού που προέρχεται λόγω της μεταβολής τους από την Νας ισορροπία στην first-best. Αν ισχύουν οι δύο παραπάνω, τότε υπάρχει ένα σύστημα αυτοχρηματοδοτούμενων μεταβιβαστικών πληρωμών (t_k), τέτοιο ώστε όλες οι λιγότερο ευσυνειδητες χώρες συμμετέχουν σε σταθερό συνασπισμό, οποίος απαρτίζεται από όλες τις χώρες, ρυπαίνοντας στο πλήρως συνεργατικό επίπεδο ρύπων (first-best). Αυτό φαίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$[\sum_i B_i(\bar{e}_i) - M\bar{X}] - [\sum_i B_i(\hat{e}_i) - M\hat{X}] \geq \sum_k m_k [(\hat{X} - \bar{X}) - (\hat{e}_k - \bar{e}_k)],$$

Ο οποίος προκύπτει από την σχέση ότι οι μεταβιβαστικές πληρωμές που παίρνουν οι LENCCs (που ισούνται με τις απώλειες στην ευημερία τους όταν μετακινούνται στο first-best) πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσες με το κίνητρο για ενδεχόμενο free-riding των κρατών αυτών ($t_k \geq d_k$).

Εκτός από την πλήρη επέκταση του συνασπισμού που εξήγησαν μπορεί να υφίσταται μερική επέκταση. Το σκεπτικό είναι το ίδιο με την μόνη διαφορά ότι δεν μετακινούμαστε στο first-best αλλά στο επίπεδο που μεγιστοποιείται η ευημερία μιας ομάδας κρατών αποτελούμενη από τις ENCCs συν τις πρώην LENCCs που γίνανε ENCCs.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, λοιπόν, διαπιστώνουμε ότι αν ο αριθμός των ευσυνειδητων χωρών είναι μεγάλος ή τα κέρδη τους από την μετακίνηση στην πλήρης συνεργατική ισορροπία είναι μεγάλα ή η οριακή ζημιά των LENCCs είναι μικρή τότε μπορούν να εντάξουν τις υπόλοιπες χώρες στον συνασπισμό μέσω πληρωμών δεδομένου ότι υπάρχει δέσμευση των ENCCs.

Ο Barrett(2001) από την πλευρά του εμφάνισε ένα άλλο είδος ασυμμετρίας που δεν έχει να κάνει με την διαφοροποίηση της ζημιάς που λαμβάνουν τα κράτη, λόγω περιβαλλοντικής εξωτερικότητας, αλλά με τα οφέλη που αποκομίζουν από την προσπάθεια τους για να μειώσουν τα κόστη που προέρχονται από την ελάττωση των ρύπων τους (abatement costs). Στο μοντέλο του υποθέτει δύο τύπους χωρών 1 και 2. Ως τύπου 2 (πλούσιες) εννοεί τις χώρες που χρησιμοποιούν περισσότερο φιλική προς το περιβάλλον τεχνολογία για την μείωση των ρύπων τους, δηλαδή αυτές που κάνουν αποτελεσματικότερη προσπάθεια για μείωση των ρύπων (abatement), ενώ το αντίθετο ισχύει για τις τύπου 1 (φτωχές) ($b_2 > b_1$). Επίσης οι φτωχές χώρες έχουν λιγότερα οφέλη από την καλή ποιότητα του περιβάλλοντος σε σχέση με τις πλούσιες ($a_1 < a_2$).

Το παίγνιο που έχει παρουσιάσει είναι ένα παίγνιο δύο σταδίων, όπου στο πρώτο στάδιο οι χώρες αποφασίζουν αν θα υπογράψουν ή όχι την συμφωνία ενώ στο δεύτερο επιλέγουν αν θα ρυπαίνουν σε μεγάλη κλίμακα (Pollute) ή θα μειώσουν την ρύπανση τους (Abate). Οι συναρτήσεις των κερδών που λαμβάνουν, είναι αντίστοιχα Π^P και Π^A .

$$\Pi_p^i = a_i(b_1z_1 + b_2z_2), \Pi_A^i = -c + a_i(b_1z_1 + b_2z_2)$$

Όπου με z_i είναι ο αριθμός των τύπου i χωρών που παίζουν Abate, ενώ $N_i - z_i$ αυτές που παίζουν Pollute και N_i οι χώρες τύπου i . Το περιβαλλοντικό όφελος είναι κανονικοποιημένο, $a_2=1$ και $a_1 \in [0,1]$, όπου $b_2 \geq b_1 > 0$. Δεδομένου ότι το παιχνίδι είναι της μορφή «Διλήματος του Φυλακισμένου», υπάρχει ισορροπία Nas όπου κάθε χώρα θα έχει κυρίαρχη στρατηγική να αυξήσει τους ρύπους της (Pollute). Επίσης όσο αυξάνεται ο αριθμός των χωρών που μειώνουν τους ρύπους τους, ανεξάρτητα από τον τύπο τους, τόσο αυξάνονται και τα αθροιστικά κέρδη όλων των χωρών.

Λύνοντας το παιχνίδι ξεκινώντας από το δεύτερο και καταλήγοντας στο πρώτο στάδιο βρίσκει ο Barrett ότι είναι δυνατή μια αυτό-επιβαλλόμενη συμφωνία η οποία ενδέχεται να περιλαμβάνει είτε ένα υποσύνολο μόνο των φτωχών χωρών είτε ένα μόνο των πλούσιων είτε ένα με αμφοτέρες. Στην πραγματικότητα δηλαδή σημαίνει πως αν μια χώρα-μέλος αποκλίνει από τις ενδεχόμενες ισορροπίες, όλα τα υπόλοιπα μέλη θα δράσουν ως ρυπαντές (δηλαδή, παίζοντας Pollute). Αυτή η ισορροπία θυμίζει την ισορροπία στην συνεργατική θεωρία παιγνίων (Chandler και Tulkens, 1994), η οποία όμως υπέθετε συνασπισμό όλων των χωρών που ισχύει μόνο για την περίπτωση που έχουμε διαφορετικού τύπου υπογράφοντα μέλη.

Λαμβάνοντας διαφορετικές τιμές για τις παραμέτρους του υποδείγματος ο Barrett έδειξε με παραδείγματα, ότι, θα υπάρξει ισορροπία ενός συνασπισμού όταν έχουμε ισχυρή ασυμμετρία, ενώ όταν χαλαρώσει η ετερογένεια θα υπάρξουν περισσότερες ισορροπίες. Επομένως για να καταλήξει στην μοναδική ισορροπία αλλάζει την υπόθεση στο παιχνίδι προκειμένου οι φτωχές χώρες να μπορούν να δεσμευτούν ότι δεν θα συμμετάσχουν στην συμφωνία. Αυτό σημαίνει πως, η υπόθεση της ισχυρής ασυμμετρίας επιτρέπει τις πλούσιες να κατέχουν το πλεονέκτημα της πρώτης κίνησης.⁴ Επειδή στο πρώτο παράδειγμα υπάρχει παραγκωνισμός από την συμφωνία των φτωχών χωρών, από τις οποίες θα μπορούσαν να ωφεληθούν οι αντίστοιχες πλούσιες, πρέπει να αλλάξουν οι κανόνες του παιγνίου επιτρέποντας από τις δεύτερες να αγοράσουν την συμμετοχή των πρώτων χορηγώντας τις μεταβιβαστικές πληρωμές.

Με την εισαγωγή των μεταβιβαστικών πληρωμών και της δέσμευσης, το παίγνιο έχει πλέον τέσσερα στάδια. Στο πρώτο κάθε πλούσια χώρα διαλέγει αν θα υπογράψει την σύμβαση, στο δεύτερο τα πλούσια κράτη που υπέγραψαν επιλέγουν συλλογικά i) αν θα παίζουν Abate ή Pollute και ii) την χρηματική μεταβιβαστική πληρωμή m που θα δοθεί στις φτωχές χώρες για να εισέλθουν στην σύμβαση και να παίζουν Abate, στο τρίτο αποφασίζουν οι τύπου 1 χώρες αν θα υπογράψουν ή όχι και στο τέταρτο όλες οι χώρες που έμειναν εκτός συμφωνίας επιλέγουν Abate ή Pollute.

Λύνοντας το παίγνιο ο συγγραφέας καταλήγει στο συμπέρασμα ότι με την εμφάνιση ενός συστήματος πληρωμών όλες οι φτωχές χώρες συμμετέχουν στην συμφωνία και ο αριθμός των πλούσιων χωρών αυξάνεται κι αυτός σε σχέση με το

⁴ Το ίδιο αποτέλεσμα θα είχαμε εάν το προβάδισμα στη διαδοχική επιλογή είχαν τα φτωχά κράτη.

προηγούμενο παίγνιο. Η αύξηση της συμμετοχής των τελευταίων οφείλεται στο γεγονός ότι, το κόστος των πληρωμών (που ισούται με το κόστος μείον τα οφέλη της χώρα τύπου 1 από την είσοδο της στην σύμβαση παίζοντας Abate) μοιράζεται σε πολλές χώρες και είναι συλλογικά άριστο να πληρωθούν. Άρα όταν οι χώρες έχουν ισχυρή ασυμμετρία και επιτρέπονται οι μεταβιβαστικές πληρωμές έχουμε βελτίωση κατά Παρέτο για όλες τις χώρες ανεξάρτητα από τον τύπο τους.⁵

Τα αποτελέσματα των παραπάνω δυο καταστάσεων, πριν και μετά τις μεταβιβαστικές πληρωμές, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα, όπου ΑΠ είναι τα συναθροιστικά κέρδη των υπογραφόντων κρατών, δηλαδή τα κέρδη του συνασπισμού. Όπως διαπιστώνουμε συγκρίνοντας τα κέρδη του κάθε συνασπισμού και την συμμετοχή που δέχεται από κάθε τύπο χώρας, για τις τρεις περιπτώσεις που δεν υπάρχουν μεταβιβαστικές πληρωμές, μεγαλύτερα κέρδη απολαμβάνει ένας συνασπισμός που οι χώρες του είναι σχεδόν συμμετρικές (Σχεδόν Συμμετρία). Μάλιστα, υπάρχουν 18 διαφορετικοί σχηματισμοί συνασπισμών, οι οποίοι εμφανίζουν τόσο πλουραλιστική συμμετοχή όσο και αμιγής συμμετοχή. Μικρότερη συμμετοχή εμφανίζεται όταν οι χώρες διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, σχηματίζοντας συνασπισμό με 17 πλούσιες χώρες, ενώ μεγαλύτερη συμμετοχή όταν η ασυμμετρία είναι ασθενέστερη σχηματίζοντας και έναν ακόμη συνασπισμό που απαρτίζεται από 45 φτωχές χώρες.

Εμφανώς καλύτερα αποτελέσματα βλέπουμε όταν επιτρέπονται μεταβιβαστικές πληρωμές από τις πλούσιες χώρες στις φτωχές για να επεκταθεί ο συνασπισμός. Εδώ όχι μόνο τα κέρδη του μοναδικού συνασπισμού που εμφανίζεται είναι τα υψηλότερα από κάθε περίπτωση, δεδομένου ότι οι χώρες διαφέρουν σημαντικά ως προς τα οφέλη (b,a), αλλά σχηματίζεται ο πολυπληθέστερος συνασπισμός (80 κρατών) , με όλες τις φτωχές χώρες να συμμετέχουν(50 φτωχές και 33 πλούσιες).

⁵ Στο άρθρο, ο συγγραφέας αναφέρει ότι τα κέρδη των τύπου 1 χωρών δύναται να ξεπεράσουν ακόμη και των τύπου 2, όταν βρίσκονται στην σύμβαση, λόγω της διαφοράς ανάμεσα στο σταδιακό κέρδος και το συνολικό κέρδος που προκύπτει για τις φτωχές χώρες.

N ₁ = N ₂ =50, c=100, b ₂ =6			
Χωρίς Μεταβιβαστικές Πληρωμές			Με Μεταβιβαστικές Πληρωμές
Ισχυρή Ασυμμετρία	Ασθενέστερη Ασυμμετρία	Σχεδόν Συμμετρία	Ισχυρή Ασυμμετρία
b ₁ =3	b ₁ =3	b ₁ =5.95	b ₁ =3
a ₁ =0.5	a ₁ =0.75	a ₁ =0.99	a ₁ =0.5
Μία Ισορροπία	Δύο Ισορροπίες	Δεκαοχτώ Ισορροπίες	Μία Ισορροπία
{0,17}	{45,0} {0,17}	{0,17} έως {17,0}	{50,33}
ΑΠ ^s =5950	ΑΠ ^w =7312.5 ΑΠ ^w =7225	ΑΠ ⁿ =[8364.4, 8449]	ΑΠ ^s =17800

Πίνακας 5

Παραθέτοντας τον κανόνα των Chander-Tulkens (1994) συγκρίνει την επίδραση που θα έχει, όταν χρησιμοποιηθεί, στην ισορροπία όταν έχουμε μεταβιβαστικές πληρωμές αλλά με την επιλογή των χωρών να είναι ταυτόχρονη. Ο κανόνας αυτός απαιτεί από κάθε μέλος της σύμβασης να επωμίζεται ένα μερίδιο από το συνολικό κόστος για την μείωση του κόστους του abatement, το οποίο ισούται με το μερίδιο που λαμβάνει από το συνολικό όφελος που δημιουργείται από τον συνασπισμό.

Στην περίπτωση της ισχυρής ασυμμετρίας, η εμφάνιση του παραπάνω κανόνα μπορεί να οδηγήσει σε ένα απροσδόκητο αποτέλεσμα με την ύπαρξη 16 διαφορετικών ισορροπιών οι οποίες, αποτελούνται και από τους δύο τύπους, αλλά με τα φτωχά κράτη να χρηματοδοτούν τα πλούσια. Έτσι αν και οι μεταβιβαστικές πληρωμές αυξάνουν τον αριθμό των μελών, δεν αυξάνονται και τα αθροιστικά κέρδη όταν εφαρμόζεται ο κανόνας κατανομής του κόστους (ΑΠ^c=5600), με αποτέλεσμα να είναι λιγότερα και από την περίπτωση που δεν επιτρέπονται οι πληρωμές. Αυτό συμβαίνει γιατί οι χώρες-μέλη τύπου 2 είναι σε χειρότερη κατάσταση με την εφαρμογή του κανόνα από την περίπτωση χωρίς τις μεταβιβαστικές πληρωμές. Ενώ τα κόστη μοιράζονται και από τους δύο τύπους στην συμφωνία, λιγότερες τύπου 2 θα μειώνουν τα κόστη για την ελάττωση των ρύπων (δηλαδή όλο και λιγότερες θα παίζουν abatement), οπότε λιγότερα συνολικά κέρδη.

Ισορροπίες που να υπάρχουν και οι δύο τύποι χωρών υπάρχουν και στην περίπτωση της σχεδόν συμμετρίας (16 πιθανές), όπου ο συνολικός αριθμός των μελών είναι περίπου ίδιος με αυτόν στην περίπτωση άνευ πληρωμών. Αυτό συμβαίνει γιατί οι χώρες είναι ελαφρώς ασύμμετρες, επομένως ο κανόνας της κατανομής του κόστους δεν θα αλλάξει σημαντικά το αποτέλεσμα.

Η χρήση του παραπάνω κανόνα όχι μόνο δεν επιφέρει κάποια αλλαγή όταν δεν έχουμε ισχυρή ασυμμετρία, αλλά και όταν έχουμε προκαλεί δυσάρεστα αποτελέσματα. Συνεπώς η ισχυρή ασυμμετρία είναι αυτή που δημιουργεί τις προϋποθέσεις για δέσμευση των χωρών που δεν έχουν όφελος από την συμφωνία, να παραμείνουν εκτός αυτής, με τις μεταβιβαστικές πληρωμές να αποτελούν ένα εργαλείο που διαμορφώνει τα κέρδη από

αυτή την αλλαγή στους κανόνες. Δηλαδή, η υπόθεση της ισχυρής ασυμμετρίας είναι αυτή που εξασφαλίζει την αλλαγή στους κανόνες, η οποία με την σειρά της δημιουργεί πρόσφορο έδαφος στην τέλεση των πληρωμών για να βελτιώσει το αποτέλεσμα της συμφωνίας.

Με το άρθρο του ο McGinty (2007) εισάγει στην εξίσωση ωφέλειας του abatement στο μοντέλο του Barrett(1994a) το μερίδιο ωφέλειας ($a_i > 0$) προκειμένου να υπάρχει ασυμμετρία για κάθε χώρα σε σχέση με τις υπόλοιπες, όχι μόνο στο κόστος της για abatement αλλά και στην ωφέλεια που λαμβάνει. Υποθέτει ότι οι συναρτήσεις κόστους και ωφέλειας των χωρών είναι κυρτές και κοίλες αντίστοιχα (δηλαδή τετραγωνικές) και ότι το παίγνιο έχει την μορφή δύο σταδίων με ταυτόχρονη επιλογή τόσο στο στάδιο σχηματισμού του συνασπισμού όσο και στο στάδιο επιλογής περιβαλλοντικής πολιτικής, επιλέγοντας το επίπεδο του abatement ως μεταβλητή. Τα καθαρά οφέλη για κάθε χώρα εκφράζονται από την παρακάτω συνάρτηση όπου $c_i > 0$ είναι η κλίση της καμπύλης οριακού κόστους του abatement (MAC) για κάθε παίκτη.

$$\pi_i(a_i, c_i, q_i, Q) = ba_i \left(aQ - \frac{Q^2}{2} \right) - \frac{c_i(q_i)^2}{2}$$

Οι συγγραφείς, μεγιστοποιώντας την συνάρτηση κερδών για κάθε χώρα χωριστά και την αθροιστική συνάρτηση κερδών, παραθέτουν το μη-συνεργατικό (Q_{nc}, q_{nc}) και συνεργατικό επίπεδο (Q_c, q_c) του abatement που παράγουν οι χώρες. Αξίζει να σημειωθεί ότι βρίσκοντας την συνάρτηση βέλτιστης αντίδρασης κάθε παίκτη στο μη-συνεργατικό αποτέλεσμα, εμφανίζουν δυο περιπτώσεις που οι παίκτες έχουν διαφορετική αντίδραση στις πολιτικές των άλλων παικτών. Αν ο λόγος του μεριδίου ωφέλειας με την κλίση της καμπύλης MAC ($\theta_i = \frac{a_i}{c_i}$) τείνει στο άπειρο τότε έχουμε φαινόμενα πλήρους carbon leakage, ενώ αν τείνει στο μηδέν δεν θα συμβαίνει κάτι τέτοιο. Δηλαδή όταν η κλίση της καμπύλης βέλτιστης αντίδρασης είναι κοντά στο -1, για την χώρα εκτός συνασπισμού, μια αύξηση του abatement από τον συνασπισμό θα οδηγήσει σε μείωση του abatement για αυτήν την χώρα, ενώ όταν η κλίση της είναι κοντά στο μηδέν οι πολιτικές μεταξύ των χωρών δεν αλληλεπιδρούν (ορθογώνια καμπύλη βέλτιστης αντίδρασης).

Συγκρίνοντας την περίπτωση της συμμετρίας με αυτήν της ασυμμετρίας, δείχνει ο McGinty ότι όταν υπάρχει αρνητική διακύμανση μεταξύ μεριδίου ωφέλειας και της κλίσης του MAC το μη-συνεργατικό επίπεδο της ποσότητας του abatement είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο στην περίπτωση της συμμετρίας⁶, με το ίδιο ακριβώς να ισχύει και για την παραγωγή του abatement από τον σταθερό συνασπισμό μερικής συνεργασίας. Όσον αφορά, την πλήρως συνεργατική παραγόμενη ποσότητα abatement, θα είναι μεγαλύτερη για κάθε μορφή ασυμμετρίας.

Η δομή του συνασπισμού είναι ανοιχτής συμμετοχής όπως αυτής των Rundshagen και Finus(2003), με τα μέλη να διαλέγουν το abatement που μεγιστοποιεί τα συλλογικά

⁶ Αντίστοιχα όταν η διακύμανση είναι θετική στην περίπτωση της συμμετρίας θα έχουμε μεγαλύτερη παραγωγή abatement, όμως εμφανίζονται και περιπτώσεις που ισχύει το αντίθετο.

κέρδη τους, θέτοντας το abatement σε κάθε χώρα για να ελαχιστοποιεί το κόστος. Η σταθερότητα και η κερδοφορία επιτυγχάνεται με μεταβιβαστικές πληρωμές (μηδενικού άθροισματος) μεταξύ των μελών του συνασπισμού, μέσω ενός συστήματος εμπορεύσιμων αδειών ρύπανσης που καθορίζεται από την απαιτούμενη ποσότητα abatement q_r . Οι πληρωμές επιτρέπουν την επιλογή του abatement κάθε κράτους ώστε να μην περιορίζεται από τα κέρδη εκτός συνασπισμού, με απαραίτητη προϋπόθεση την ύπαρξη πλεονάσματος μέσα στον συνασπισμό. Επομένως, λαμβάνοντας υπόψιν της συνθήκες εσωτερικής και εξωτερικής σταθερότητας υπάρχει ένα σει όλων των σταθερών συνασπισμών τέτοιο ώστε, το άθροισμα των κερδών των μελών του συνασπισμού να είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των κερδών των μονομερώς αποκλειόμενων χωρών από την συμφωνία. Η λειτουργία του συστήματος είναι η εξής: Τα μέλη του συνασπισμού που έχουν πλεόνασμα ($q_s - q_r$) το πουλούν στα μέλη που έχουν έλλειμμα με σε τιμή ίση με το οριακό κόστος για abatement ($p = MAC$), δεχόμενα έτσι μια μεταβιβαστική πληρωμή⁷.

Στην συνέχεια της ανάλυσης, ο αρθρογράφος, προτείνει ως κανόνα άριστης διανομής του πλεονάσματος των μελών του συνασπισμού τον λόγο ωφέλειας-κόστους (θ_i)⁸. Δηλαδή, να κατανέμεται το υπολειπόμενο πλεόνασμα ανάλογα με το θ_i της κάθε χώρα-μέλος αφού διασφαλιστεί το κίνητρο παραμονής κάθε μέλους μέσω πληρωμών. Με άλλα λόγια, διανέμει το πλεόνασμα που περισσεύει αφού κάθε μέλος λάβει το κέρδος που θα λάμβανε εάν ήταν μια χώρα που είχε αποστατήσει. Ο κανόνας αυτός είναι πιο απλός και ευέλικτος από του Barrett(1997a), που χρησιμοποίησε την αξία Shapley⁹.

	Barrett 1997a	McGinty 2007			
Προσομοιώσεις 7 χωρών	Συνασπισμός 1	Συνασπισμός 2	Συνασπισμός Συμμετρικός	Συνασπισμός HiHi	Συνασπισμός HiHi (μικρότερη ασυμμετρία)
Αριθμός χωρών στον συνασπισμό	3 χώρες τύπου 1	3 χώρες(2 τύπου 2 +1 τύπου 1)	3 χώρες	4 χώρες {1,2,3,7}	4 χώρες {1,2,3,7}
GAD	30%	18%	22%	55%	47%
Aef	0.52	0.32	0.40	1.09	0.90
GPD	46%	30%	36%	80%	72%
PEf	0.56	0.37	0.45	1.09	0.95

Πίνακας 6

⁷ $\tau_s(k) = p(k)[q_s(k) - q_r(k)]$

⁸ Ο κανόνας αυτός προσδιορίζει το μερίδιο πλεονάσματος ενός μέλους s σύμφωνα με την εξίσωση $x_s(k) = \frac{\theta_s}{\sum_{s \in k} \theta_s} * [\sum_{s \in k} \pi_s(k) - \sum_{t \in k} \pi_t(k \setminus \{t\})]$, όπου επίσης $x_s(k) = \pi_s(k) - \pi_t(k \setminus \{t\}) + \tau_s(k)$.

⁹ Η αξία Shapley αποτελεί τον σταθμισμένο μέσο όρο των οριακών συνεισφορών μιας χώρας, για όλους τους υπό-συνασπισμούς που προκύπτουν.

Ο Barrett θεώρησε 4 χώρες που έχουν χαμηλά οφέλη και χαμηλά κόστη (τύπου 1) και 3 χώρες με υψηλά οφέλη και υψηλά κόστη (τύπου 2), όπου χρησιμοποιώντας μεταβιβαστικές πληρωμές σύμφωνα με την αξία Shapley βρήκε 2 σταθερούς συνασπισμούς τον 1 και 2, αποτελούμενοι από 3 χώρες ο καθένας. Αντίθετα ο McGinty χρησιμοποίησε τον κανόνα θ για την κατανομή των μεταβιβαστικών πληρωμών, με την μορφή ασυμμετρίας όμως να είναι ξεχωριστή για κάθε χώρα διατηρώντας το μέσο όρο της σταθερό και ίσο με αυτόν στην περίπτωση του Barrett.

Στις περιπτώσεις του McGinty το μερίδιο ωφέλειας και η κλίση της MAC αυξάνουν για κάθε χώρα, ξεκινώντας από την χώρα 1 και καταλήγοντας στην 7, με μια σταθερή τιμή (βήμα). Η διαφορά των δύο ασυμμετριών είναι ότι η μικρότερη ασυμμετρία αυξάνει με μικρότερο βήμα. Οι τιμές αυτές είναι $\delta=0.0442$, $d=15$ για την περίπτωση της τέταρτης στήλης του πίνακα και $\delta=0.0408$, $d=10$ για την περίπτωση της πέμπτης στήλης.¹⁰

Στο άρθρο, χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα είδη μέτρησης της επίδοσης των συνασπισμών τα GAD, AEf, GPD, PEf, με το πρώτο και το τρίτο να μετρούν το ποσοστό της «καθαρής» ποσότητας του abatement και του «καθαρού» κέρδους¹¹, αντίστοιχα, που παράγει ο συνασπισμός σε σύγκριση με το συνεργατικό αποτέλεσμα, ενώ το δεύτερο και το τέταρτο συμπεριλαμβάνει και το μέγεθος αυτής της διαφοράς.

Οι τύποι των παραπάνω μέτρων:

- $GAD = \frac{Q_s - Q_{nc}}{Q_c - Q_{nc}}$
- $AEf = \frac{Q_s - Q_{nc}}{Q_c - Q_{nc}} \times \frac{Q_c}{Q_{nc}}$
- $GPD = \frac{\Pi_s - \Pi_{nc}}{\Pi_c - \Pi_{nc}}$
- $PEf = \frac{\Pi_s - \Pi_{nc}}{\Pi_c - \Pi_{nc}} \times \frac{\Pi_c}{\Pi_{nc}}$

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του Barrett και του McGinty με βάση τον πίνακα παρατηρούμε ότι ο συνασπισμός 1 είναι αποτελεσματικότερος από τον 2 και από τον συμμετρικό, για κάθε μέτρο επίδοσης. Αντίθετα ο συνασπισμός 2 είναι ο λιγότερο αποδοτικός από όλους, ακόμα και από την περίπτωση της συμμετρίας. Αυτό συμβαίνει λόγω της μορφής ασυμμετρίας που υποθέτει ο Barrett, όπως αναφέραμε παραπάνω, διότι στην περίπτωση του McGinty η αποδοτικότητα αυξάνεται με παραπάνω από διπλάσια τιμή, ενώ το μέγεθος του συνασπισμού φτάνει τα τέσσερα μέλη. Εδώ το συνεργατικό επίπεδο του abatement και των κερδών είναι μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα συμμετρικά, με το αντίθετο να ισχύει για τα αντίστοιχα μη συνεργατικά επίπεδα. Μόνο για τις δύο χώρες με τα μεγαλύτερα $H_i H_i$ ισχύει $q_{nc} < q_c$, ενώ για τις δυο

¹⁰ Το δ και d είναι το «βήμα» για το a_i και το c_i αντίστοιχα.

¹¹ Ως καθαρή ποσότητα abatement εννοούμε την διαφορά της ποσότητας abatement που παράγεται όταν υπάρχει συνασπισμός μερικής συμμετοχής μειωμένη κατά την ποσότητα abatement που παράγεται όταν δεν υπάρχει κανένας συνασπισμός χωρών.

με το μικρότερο $\Pi_c < \Pi_{nc}$ το οποίο και επιτάσσει την ανάγκη για τις μεταβιβαστικές πληρωμές.

Όπως αναγράφεται και στον παρακάτω πίνακα ο συνασπισμός των τεσσάρων μελών αποτελείται από τις τρεις χώρες (χώρες 1,2,3) με το χαμηλότερο και αυτήν με το μέγιστο HiHi (χώρα 7). Έτσι στην αγορά των αδειών η χώρα 7 θα αγοράσει και από τις τρεις στην τιμή $p=6.311$, δίνοντας μεταβιβαστική πληρωμή ίση με 1.251 σε απόλυτη τιμή, με όλο τον συνασπισμό να λαμβάνει κέρδος υψηλότερο από αυτό αν απέκλινε μονομερώς κάθε χώρα.

Table 5 Largest abatement asymmetric coalition: {1, 2, 3, 7} and transfers

Elements $\in \phi^*$	$\pi_s(\phi^*)$	$\pi_t(\phi^* \setminus \{t\})$	$q_s(\phi^*)$	$q_r(\phi^*)$	$\tau_s(\phi^*)$	$\pi_s(\phi^*) + \tau_s(\phi^*)$
1	-0.4494	0.2785	0.2388	0.1227	0.7327	0.2833
2	1.142	1.505	0.1523	0.0923	0.3792	1.521
3	2.588	2.705	0.1118	0.0899	0.1388	2.727
7	8.043	6.763	0.0542	0.2524	-1.251	6.793
$\sum_{s \in \phi^*}$	11.32	11.25	0.5572	0.5572	0	11.32
<hr/>						
$t \notin \phi^*$	$\pi_t(\phi^*)$		$q_t(\phi^*)$			
<hr/>						
4	4.199		0.0410			
5	5.493		0.0444			
6	6.785		0.0468			
$\sum_{t \notin \phi^*}$	16.48		0.1321			
$\sum_{i \in N}$	27.80		0.6894			

Πίνακας 7

Επίσης ο McGinty(2007) έδωσε ένα παράδειγμα με προσημειώσεις για 20 χώρες με την εισαγωγή και χωρών HiLo , αλλάζοντας επιπλέον τις παραμέτρους b, c . Σημαντική παρατήρηση όσον αφορά τους συνασπισμούς που εμφανίζονται σε κάθε υπόθεση αποτελεί το γεγονός ότι οι χώρες HiLo σχηματίζουν σταθερό συνασπισμό χωρίς να περιέχει πάντα τον μεγαλύτερο αριθμό μελών, ενώ κάτι τέτοιο δεν ισχύει στην περίπτωση των χωρών HiHi , διότι ο μεγαλύτερος σε μέγεθος συνασπισμός συμπίπτει με τον συνασπισμό με την μεγαλύτερη μείωση εκπομπής ρύπων. Οπότε, η ασυμμετρία παρόλο που αυξάνει τον αριθμό των χωρών-μελών, φτάνοντας τα κέρδη του συνασπισμού σε υψηλό επίπεδο, δεν βοηθά στον σχηματισμό συνασπισμού όλων των χωρών.

Μολονότι όμως, ότι δεν επιτυγχάνεται ο μεγάλος συνασπισμός συγκρίνοντας τα GAD , GPD και PEf , AEf (βλέπε τον παρακάτω πίνακα) συμπεραίνει ο αρθρογράφος, πως όταν τα κέρδη του συνασπισμού είναι μεγάλα (λόγω των της αγοροπωλησίας αδειών) η συμφωνία γίνεται πιο αποτελεσματική, μειώνοντας έτσι σημαντικά τις εκπομπές των ρύπων των μελών της (HiHi συμφωνία). Έτσι συμπίπτει με το συμπέρασμα του προηγούμενου παραδείγματος των 7 χωρών, δείχνοντας μάλιστα πως αυξάνοντας τον βαθμό της ετερογένειας θα φτάσουμε σε υψηλότερα επίπεδα κέρδους

και abatement από μια συμφωνία χωρίς πληρωμές, παρόλο που η αύξηση του μεγέθους του συνασπισμού δεν ήταν μεγάλη .

Προσομοιώσεις 20 χωρών	b/c=1			b/c=0.01		
	Συνασπισμός Συμμετρικός	Συνασπισμός HiLo	Συνασπισμός HiHi	Συνασπισμός Συμμετρικός	Συνασπισμός HiLo	Συνασπισμός HiHi
Αριθμός χωρών στον συνασπισμό	3 χώρες	{1,2,3,10,20}	{1,2,3,4,20}	2 χώρες	{1,2,5}	{1,2,3,5,20}
GAD	5%	34%	47%	1%	11%	11%
AEf	0.09	0.45	0.91	0.10	1.13	2.95
GPD	9%	51%	72%	1%	19%	20%
PEf	0.12	0.54	0.95	0.10	1.04	2.84

Πίνακας 8

Ένα άλλο άρθρο που μελετά το κλασικό παίγνιο 2 σταδίων ανοιχτής συμμετοχής με ταυτόχρονη επιλογή σε κάθε στάδιο είναι αυτό των Biancardi και Villani (2010), στο οποίο υπάρχουν δύο τύποι χωρών οι ανεπτυγμένες και οι αναπτυσσόμενες. Η διαφορά των δύο βρίσκεται στην συνάρτηση κόστους κάθε τύπου, με τις ανεπτυγμένες χώρες να έχουν μεγαλύτερη περιβαλλοντική συνείδηση από τις αναπτυσσόμενες ($p_h > p_l$), δηλαδή οι χώρες διαφέρουν ως προς την περιβαλλοντική ζημιά που δέχονται. Η επιλογή πολιτικής είναι το επίπεδο του abatement για κάθε χώρα, με τις συναρτήσεις κόστους abatement και κόστους λόγω περιβαλλοντικής ζημιάς να είναι τετραγωνικής μορφής. Οι συναρτήσεις κόστους για τους δύο τύπους είναι οι εξής:

$$C_l = \frac{1}{2}a_l^2 + \frac{1}{2}p_l(s - A)^2, C_h = \frac{1}{2}a_h^2 + \frac{1}{2}p_h(s - A)^2$$

Όπου a, s και A να είναι το αρχικό παγκόσμιο επίπεδο του abatement, η ποσότητα του abatement κάθε χώρας και το συνολικό επίπεδο του παγκόσμιου abatement αντίστοιχα.

Η λύση του προβλήματος περιλάμβανε την πλήρως συνεργατική και μη-συνεργατική περίπτωση με την πρώτη να είναι άριστη κατά Παρέτο για τους παίκτες αποτελώντας το επιθυμητό αλλά όχι εφικτό αποτέλεσμα λόγω της μη αυτό-επιβαλλόμενης μορφής του μεγάλου συνασπισμού. Ο συνασπισμός $\{m_h, m_l\}$ που θεωρήθηκε ότι είναι ένα μη-κενό υποσύνολο του αριθμού όλων χωρών, πρέπει να ακολουθεί τις συνθήκες σταθερότητας της μη-συνεργατικής θεωρίας παιγνίων για να μην υπάρχει κίνητρο των μελών του για free-riding.

Οι συγγραφείς χρησιμοποίησαν κάποιες εφαρμογές για να βρουν τους συνασπισμούς που σχηματίζονται ως προς τις μετρήσεις των περιβαλλοντικών ευαισθητοποιήσεων των χωρών. Στην περίπτωση που σχηματίζεται συνασπισμός με ένα μόνο από τους δυο τύπους υπάρχουν τιμές που ασφαλίζεται η σταθερότητα, όταν όμως ο συνασπισμός

αποτελείται και από τους δύο τύπους τα αποτελέσματα εξαρτώνται από την οπτική γωνία του κάθε τύπου. Δηλαδή από την μεριά των αναπτυσσόμενων χωρών δεν υπάρχουν σταθεροί συνασπισμοί, ενώ από αυτή των ανεπτυγμένων υπάρχει σταθερότητα σε όλους τους πιθανούς μη-κενούς συνασπισμούς για κάποια ζεύγη τιμών των p_h, p_l .

Προκειμένου να αυξήσουν την συμμετοχή στην συμφωνία φτάνοντας στο βέλτιστο επιθυμητό αποτέλεσμα εξετάστηκε η περίπτωση χορήγησης, εκ των υστέρων, μεταβιβαστικών πληρωμών¹² από μέλη του συνασπισμού στα κράτη εκτός αυτού. Η επέκταση αυτή έγινε σύμφωνα με το κριτήριο Kaldor-Hicks με τις πληρωμές να οδηγούν στον μεγάλο συνασπισμό, ο οποίος θα αποτελεί και ισορροπία Nash για όλες τις χώρες. Αυτό συμβαίνει γιατί μια χώρα που αποκλίνει από τον μεγάλο συνασπισμό θα βρεθεί σε χειρότερη θέση τόσο αυτή όσο και οι υπόλοιπες καθώς θα σχηματίσουν τον μικρό συνασπισμό. Οι Biancardi και Villani έδειξαν με αριθμητική εφαρμογή την επέκταση συνασπισμού δύο ανεπτυγμένων χωρών, όπου χρηματοδοτούνται οι αναπτυσσόμενες από τις ανεπτυγμένες, φτάνοντας στην πραγμάτωση του πλήρους συνεργατικού επιπέδου. Τα αποτελέσματα συγκεντρώθηκαν στον παρακάτω πίνακα¹³, διαπιστώνοντας ότι οι πληρωμές οδηγούν όλες τις χώρες σε αριστοποίηση κατά Παρέτο, έτσι ώστε να συμμετάσχουν στον μεγάλο και σταθερό συνασπισμό.

$P_h=0.40, p_l=0.20, s=20, n_h= n_l=2$	Πριν τις Μεταβιβαστικές Πληρωμές		Μετά τις Μεταβιβαστικές Πληρωμές
Σταθερός Συνασπισμός	{2,0}	Ασταθής {2,2}	{2,2}
Κόστη Ανεπτυγμένων	$C_{h,i}=23.11$	$C_{h,i}=10.93$	$C_{h,i}=17.937$
Κόστη Αναπτυσσόμενων	$C_{l,i}=5.33$	$C_{l,i}=9.75$	$C_{l,i}=2.743$
Πληρωμές	$T_{h,j}=T_{l,j}=0$	$T_{h,j}=T_{l,j}=0$	$T_{h,i}=-7.007, T_{l,i}=+7.007$

Πίνακας 9

Σε γενίκευση του υποδείγματος του Barrett(2001) για τετραγωνική συνάρτηση κόστους abatement και γραμμική συνάρτηση περιβαλλοντικής ζημιάς, επιδόθηκαν οι Fuentes-Albero και Rubio(2010), με την μορφή της ασυμμετρίας να περιλαμβάνει πάλι δύο τύπους αλλά οι χώρες διαφέρουν τόσο ως προς το κόστος του abatement όσο και ως προς την περιβαλλοντική ζημιά. Η συνάρτηση κόστους που ελαχιστοποιεί κάθε χώρα είναι της μορφής:

$$C_i = \frac{1}{2} c_i + (\delta_i - x_i)^2 + m_i X$$

¹² Οι τύποι των μεταβιβαστικών πληρωμών για μια ανεπτυγμένη χώρα που χρηματοδοτεί και μια αναπτυσσόμενη που χρηματοδοτείται είναι οι εξής: $T_{h,i} = -\Delta C_{H,i} + \frac{p_h}{n_h + p_h + n_h + p_h} \Delta C$, $T_{l,j} = -\Delta C_{L,i} +$

$\frac{p_l}{n_h + p_h + n_h + p_h} \Delta C$

¹³ Οι Biancardi και Villani υπολόγισαν τα αποτελέσματα τους μέσω ενός αλγορίθμου της Maple.

,όπου $d_i \geq x_i$,δηλαδή το σύνηθες επίπεδο εκπομπής ρύπων της κάθε χώρας (business-as-usual level) να είναι τουλάχιστον ίσο με το επίπεδο που εκπέμπει αυτή η χώρα. Επίσης ως c_i και m_i είναι αντίστοιχα το οριακό κόστος για abatement και η οριακή περιβαλλοντική ζημιά σε κάθε χώρα.

Τα στάδια του παιχνιδιού αποτελούνται από ταυτόχρονη επιλογή, όπου στο μεν πρώτο οι χώρες αποφασίζουν ανεξάρτητα η κάθε μία για το αν θα εισέλθουν στον συνασπισμό ή όχι και στο δε δεύτερο στάδιο, επιλέγουν τα μέλη το επίπεδο των ρύπων που ελαχιστοποιεί το κόστος του συνασπισμού και οι free-riders το επίπεδο που ελαχιστοποιεί το ατομικό τους κόστος. Στο πρώτο στάδιο η απόφαση είναι δεσμευτική για κάθε μέλος του συνασπισμού για το δεύτερο στάδιο. Επίσης με την αποδοχή των μεταβιβαστικών πληρωμών οι παίκτες δεσμεύονται στο πρώτο στάδιο να μοιράζουν τα κέρδη από την συμφωνία ούτως ώστε να εφαρμοστούν στο δεύτερο στάδιο και να τελειώσει το παιχνίδι.

Οι συγγραφείς χωρίζουν σε δύο περιπτώσεις και υποπεριπτώσεις το άρθρο τους, όπου στην πρώτη περίπτωση λαμβάνουν ως μορφή ασυμμετρίας μόνο τα κόστη για abatement ενώ στη δεύτερη μόνο τις περιβαλλοντικές ζημιές. Οι υποπεριπτώσεις εμπεριέχουν την ύπαρξη πληρωμών για τις προαναφερθείσες περιπτώσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι για την σταθερότητα του συνασπισμού υπέθεσαν τις συνθήκες εσωτερικής και εξωτερικής σταθερότητας όταν δεν επιτρέπονται πληρωμές, ενώ όταν επιτρέπονταν χρησιμοποίησαν το σχήμα των άριστων πληρωμών όπως και ο McGinty(2007)¹⁴ .

Πριν αναπτύξουμε τις περιπτώσεις και τις υποπεριπτώσεις πρέπει να αναφέρουμε ότι οι συγγραφείς βρήκαν ότι λόγω της περιβαλλοντικής εξωτερικότητας, η αύξηση των μελών του συνασπισμού οδηγεί σε μείωση κόστους και για τις χώρες εκτός συνασπισμού, λόγω του θετικού δευτερογενούς αποτελέσματος που προκύπτει από την μείωση των παγκόσμιων ρύπων. Επιπροσθέτως τα κόστη των free-riders είναι μικρότερα από αυτά των μελών, για δεδομένο μέγεθος συνασπισμού. Όσον αφορά τα κέρδη από την συνεργασία μειώνονται καθώς μεγαλώνει το οριακό κόστος του abatement ενώ το αντίθετο συμβαίνει όταν, αντίστοιχα, αυξάνονται η οριακή περιβαλλοντική ζημιά και το μέγεθος του συνασπισμού.

Με την ετερογένεια να υπάρχει μόνο στο κόστος του abatement ($c_1 > c_2$) ο μέγιστος συνασπισμός που μπορεί να επιτευχθεί περιλαμβάνει 3 χώρες του ίδιου τύπου ανεξάρτητα από την ετερογένεια, δηλαδή δεν ικανοποιούνται οι συνθήκες σταθερότητας με συνασπισμό και των δύο τύπων για οποιεσδήποτε από τις τιμές του $c = \frac{c_1}{c_2}$. Αυτό συμβαίνει στην περίπτωση που δεν έχουμε μεταβιβαστικές πληρωμές¹⁵ . Αντιθέτως στην περίπτωση των μεταβιβαστικών πληρωμών, δεν μπορεί να υπάρξει συνασπισμός με μόνο ένα τύπο χωρών γιατί τα κίνητρα για free-riding είναι ίδια για τα μέλη του οπότε δεν μπορεί να επεκταθεί η συνεργασία. Μόνο ένας αυτό-επιβαλλόμενος συνασπισμός 2

¹⁴ Για το σχήμα άριστων ή σχεδόν ιδανικών πληρωμών βλέπε Eyckmans και Finus (2004) και Carraro κ.λ.π(2006).

¹⁵ Συμπίπτει με το συμπέρασμα των Carraro και Siniscalco(1991) στο συμμετρικό μοντέλο με ορθογώνιες καμπύλες βέλτιστης αντίδρασης.

μελών διαφορετικών τύπων ενδέχεται να υπάρξει, οποίος δεν επηρεάζεται από την ετερογένεια στα κόστη, όπου η πιθανότητα για να αγοραστεί η συνεργασία εξαρτάται από το μέγεθος του.

Αντίστοιχα για την περίπτωση της ετερογένειας στην περιβαλλοντική ζημιά ($m_1 > m_2$) ο μεγαλύτερος σταθερός συνασπισμός, χωρίς μεταβιβαστικές πληρωμές, είναι αυτός με 3 χώρες ίδιου τύπου ανεξαρτήτως ετερογένειας.¹⁶ Παρ' όλα αυτά όμως, μπορεί να υπάρξει και σταθερή συμφωνία με 2 χώρες διαφορετικών τύπων δεδομένου ότι, δεν θα είναι μεγάλη η διαφορά μεταξύ των περιβαλλοντικών ζημιών.¹⁷ Με τις μεταβιβαστικές πληρωμές στο παιχνίδι, αν μία ή δύο τύπου 1 χώρες αγοράσουν την συνεργασία των τύπου 2, η ετερογένεια αυξάνει τον αριθμό των τύπου 2 κρατών και κατά συνέπεια όλου του συνασπισμού. Σε σχέση με την προηγούμενη περίπτωση η πιθανότητα να αγοραστεί η συνεργασία εξαρτάται όχι μόνο από το μέγεθος του συνασπισμού αλλά και από την σύσταση του και τον βαθμό της ασυμμετρίας.

Οι αρθρογράφοι καταλήγουν ότι χωρίς τις μεταβιβαστικές πληρωμές, η ετερογένεια των χωρών δεν αυξάνει το μέγεθος του συνασπισμού σε σχέση με την περίπτωση της ομοιογένειας. Η ασυμμετρία στα κόστη του abatement και στις οριακές περιβαλλοντικές ζημιές δεν έχουν τον ίδιο αντίκτυπο στην επέκταση των μελών της συμφωνίας, ακόμα και με την χορήγηση πληρωμών. Δηλαδή ο αριθμός των μελών αυξάνεται με τον βαθμό ασυμμετρίας στις ζημιές, με την εφαρμογή των πληρωμών να συντελεί σε πλήρη επέκταση της συνεργασίας για τις λιγότερο περιβαλλοντικά ευάλωτες χώρες, ενώ όταν τα κόστη για μείωση διαφέρουν μπορεί να αγοραστεί περιορισμένη συνεργασία. Επομένως το μέγεθος του σταθερού συνασπισμού μπορεί να διευρυνθεί μόνο αν υπάρξουν μεταβιβαστικές πληρωμές και ασυμμετρίες μεταξύ των χωρών ως προς τις περιβαλλοντικές ζημιές, εισάγοντας μόνο τις χώρες που είναι λιγότερο ευάλωτες στην κλιματική αλλαγή.

Η θετική σχέση ανάμεσα στο μέγεθος του συνασπισμού και της ασυμμετρίας ταυτίζεται με το συμπέρασμα του Barrett(2001) με την διαφορά ότι στο παρών άρθρο να έγκειται στο γεγονός πως η επίδραση της ασυμμετρίας μπορεί να μεταβάλλει τα κέρδη της πλήρους συνεργασίας χωρίς να αλλάζει η προαναφερθείσα σχέση. Οι συγγραφείς έδειξαν σε παράδειγμα στο οποίο η ετερογένεια αυξάνει τα κέρδη για συνεργασία, ότι η αύξηση αυτή δεν θα μεταβάλλει την συμμετοχή στον συνασπισμό.

¹⁶ Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει και ο Hoel(1992) με τις διαφορές στα δυο μοντέλα να είναι ότι για κάθε χώρα οι οριακές ζημιές ήταν διαφορετικές, οι συναρτήσεις ωφέλειας ίδιες και ότι οι χώρες μεγιστοποιούν την συνάρτηση καθαρών κερδών τους ως προς τους ρύπους που εκπέμπουν.

¹⁷ Για αυτήν την περίπτωση η Glanemann(2012) στο άρθρο της σχολιάζει πως δεν μπορεί να υπάρξει τέτοια συμφωνία(δηλαδή συμφωνία μιας χώρας τύπου 1 και μιας τύπου 2, για την περίπτωση των περιβαλλοντικών ζημιών υπό καθεστώς άνευ πληρωμών). Αυτό συμβαίνει καθώς οι Fuentes-Albero και Rubio(2010) λανθασμένα υπολόγισαν πως η συνθήκη εξωτερικής σταθερότητας του συνασπισμού είναι σταθερή. Επομένως ένας τέτοιου είδους συνασπισμός δεν μπορεί να είναι αυτό-επιβαλλόμενος. Αυτό το συμπέρασμα δείχνει ότι ένας τέτοιος συνασπισμός προσελκύει περισσότερο χώρες που πλήττονται ιδιαίτερα, με συνέπεια η χώρα με χαμηλή περιβαλλοντική ζημιά να επιβαρύνεται με έναν τεράστιο περιβαλλοντικό στόχο, έτσι ώστε η συμφωνία να καθίσταται αδύνατη.

Ακολουθώντας το σκεπτικό των Fuentes-Albero και Rubio(2010), οι Pavlova και De Zeeuw(2013) ανέλυσαν στο άρθρο τους την πιθανότητα να λάβουμε και τις δύο ασυμμετρίες ταυτόχρονα. Δηλαδή οι χώρες να διαφέρουν ως προς τα οφέλη που επωμίζονται λόγω της αυξημένης εκροής των ρύπων τους και ταυτόχρονα να διαφέρουν ως προς την ευαλωτότητα τους στην μόλυνση του περιβάλλοντος.

Το μοντέλο που ανέπτυξαν είναι πανομοιότυπο με αυτό των Fuentes-Albero και Rubio(2010) με την διαφορά να υπάρχει στο ότι οι χώρες δεν ελαχιστοποιούν μια συνάρτηση κόστους αλλά μεγιστοποιούν μια συνάρτηση κέρδους, στην οποία τα κόστη μείωσης των εκπομπών των ρύπων χαρακτηρίζονται ως χαμηλότερα οφέλη προερχόμενα από την παραγωγή¹⁸. Η αντικειμενική συνάρτηση κερδών είναι

$$\max_{q_i} \pi_i = a_i(\beta_i q_i - 0.5 q_i) - \gamma_i Q$$

,όπου $x_i=q_i$, $\delta_i=\beta_i$, $m=\gamma_i$ και $c_i=a_i$. Παράλληλα τα στάδια επίλυσης του παιγνίου είναι ακριβώς τα ίδια. Τα μέλη του συνασπισμού μειώνουν περισσότερο τους ρύπους τους σε σύγκριση με τις χώρες εκτός συνασπισμού, διότι λαμβάνουν υπόψιν τους την περιβαλλοντική ζημιά που προκαλούν στα άλλα μέλη. Αρά σε γενικές γραμμές οι υψηλές τιμές του γ_i και οι χαμηλές τιμές του a_i θα επιφέρουν μεγαλύτερη μείωση των ρύπων.

Οι συγγραφείς αποδεικνύουν ότι το μέγεθος ενός σταθερού συνασπισμού μπορεί να αυξηθεί αν υπάρξει αμφίπλευρη ασυμμετρία, επαληθεύοντας το αποτέλεσμα των Fuentes-Albero και Rubio(2010), πως με μονόπλευρη ασυμμετρία το μέγιστο μέγεθος του σταθερού συνασπισμού δεν θα ξεπερνά τις τρεις χώρες. Το ίδιο αποτέλεσμα θα ισχύσει είτε εάν οι χώρες είναι συμμετρικές είτε δεν έχουν ισχυρή ασυμμετρία, οπότε συνεχίζοντας την ανάλυση τους χώρισαν τις χώρες σε δύο ομάδες κρατών με μεγάλη απόκλιση στις σχετικές οριακές τιμές των οφελών ($\alpha=\alpha_1/\alpha_2$), και των ζημιών ($\gamma=\gamma_1/\gamma_2$) των χωρών, όπου $\gamma>1$ και $\alpha<1$. Δηλαδή οι χώρες τύπου 1 είναι αυτές που έχουν μεγαλύτερες οριακές περιβαλλοντικές ζημιές ($\gamma_1>\gamma_2$) και μικρότερα οριακά οφέλη ($\alpha_1<\alpha_2$), ενώ αντίθετα οι χώρες τύπου 2 είναι αυτές με μικρότερη ευαλωτότητα και υψηλότερα οριακά οφέλη από την παραγωγή ρύπων. Συνεπώς προσαρμόζοντας τις συνθήκες εσωτερικής σταθερότητας¹⁹ κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το μέγιστο μέγεθος ενός σταθερού συνασπισμού θα περιλαμβάνει N_2 χώρες τύπου 2 και 2 χώρες τύπου 1, δεδομένου πάντα ότι το γ θα είναι αρκετά μεγάλο και το α αρκετά μικρό.

Το παραπάνω πόρισμα φαίνεται και στον πίνακα που ακολουθεί, οποίος παρουσιάζει την μέγιστη τιμή του α (α^*) και τις ελάχιστες τιμές του γ (γ^* και γ^{**}) για τις περιπτώσεις που δεν επιτρέπονται και επιτρέπονται οι μεταβιβαστικές πληρωμές αντίστοιχα. Καταλαβαίνει κανείς ότι για να διπλασιαστεί ο αριθμός των τύπου 2 χωρών στον συνασπισμό το γ θα πρέπει να υπερδιπλασιαστεί ενώ το α να μειωθεί έως και 25%. Δηλαδή για να διευρυνθεί ο συνασπισμός η ασυμμετρία πρέπει να μην είναι ασθενής.

¹⁸ Η σχέση της συνάρτησης παραγωγής και εκπομπής ρύπων είναι ένα προς ένα ($q=e$).

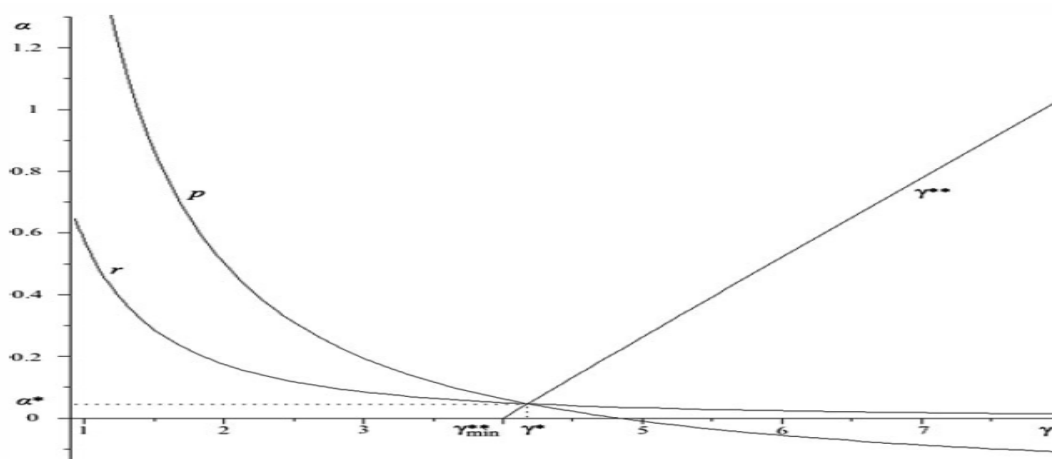
¹⁹ Οι συγγραφείς δίνουν έμφαση μόνο στις συνθήκες εσωτερικής σταθερότητας διότι αν δεν ισχύει η συνθήκη εξωτερικής σταθερότητας για μια χώρα που δεν βρίσκεται στον συνασπισμό συνεπάγεται ότι η συνθήκη εσωτερικής σταθερότητας θα ισχύσει για αυτή την χώρα εάν γίνει μέλος του συνασπισμού.

N_2	α^*	γ^*	γ_{\min}^{**}
2	0.046805	4.176012	4
3	0.017345	6.658624	6.464102
4	0.009018	9.101367	8.898979
5	0.005522	11.531267	11.324555
6	0.003727	13.955426	13.745966
7	0.002685	16.376513	16.165151
8	0.002026	18.795761	18.583005
9	0.001583	21.213822	21
10	0.001271	23.631072	23.416408
50	0.000048	120.22045	120
100	0.000012	240.93361	240.71247

Πίνακας 10

Εδώ οι συγγραφείς δείχνουν πως η ασυμμετρία είναι αυτή που βοηθά περισσότερο στην επέκταση του συνασπισμού και όχι τόσο οι μεταβιβαστικές πληρωμές αυτές κάθε αυτές, συμβαδίζοντας με τον Barrett (2001), διότι συγκρίνοντας το πόρισμα τους με αυτό των Fuentes-Albero και Rubio(2010) διαπιστώνουμε πως οι τελευταίοι έφτασαν στο ίδιο συμπέρασμα μονάχα στην περίπτωση των μεταβιβαστικών πληρωμών.

Ακολουθώς, εξετάζοντας την περίπτωση που επιτρέπονται οι μεταβιβαστικές πληρωμές στο υπόδειγμα δεν προκύπτει διαφορά ως προς την δομή του σταθερού συνασπισμού σε σχέση με αυτή του προηγούμενου πορίσματος αλλά ως προς το μέγεθος των τιμών των μεταβλητών α και γ . Δηλαδή μεγαλύτερες τιμές του α μπορούν να οδηγήσουν σε σταθερό συνασπισμό $(2, N_2)^{20}$, δεδομένου ότι το γ έχει αρκετά υψηλή τιμή, αποκαλύπτοντας μια μονοτονική σχέση μεταξύ α και γ , η οποία διακρίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 1

²⁰ Αξίζει να αναφερθεί για την σταθεροποίηση του συνασπισμού χρησιμοποιήθηκαν οι δυναμικές συνθήκες εσωτερικής σταθερότητας, όπως και στο άρθρο του McGinty (2007).

Η διαφορά ως προς το γ^{**}_{\min} και γ^* δεν είναι μεγάλη (όπως φαίνεται και από τον προηγούμενο πίνακα), απλώς στην περίπτωση των μεταβιβαστικών πληρωμών υπάρχει ένα μεγαλύτερο εύρος τιμών των α και γ για τις οποίες θα υπάρχει ένας μεγάλος σταθερός συνασπισμός. Το εύρος των τιμών α και γ καλύπτει στο διάγραμμα την περιοχή που βρίσκεται δεξιά της ευθείας γ^{**} , ενώ για την περίπτωση που δεν έχουμε μεταβιβαστικές πληρωμές το εύρος των τιμών α και γ βρίσκεται στην περιοχή όπου το $r > p > 0$. Συνεπώς, οι απαιτήσεις της ασυμμετρίας δεν διαφέρουν σε σημαντικό βαθμό είτε επιτρέπουμε πληρωμές είτε όχι, η μόνη διαφορά προκύπτει στο γεγονός ότι υπάρχει δυνατότητα χαλάρωσης της ασυμμετρίας ως προς το α , με την προϋπόθεση όμως ότι το γ θα αυξάνεται όταν και το α αυξάνεται.

Επιστρέφοντας πάλι στην περίπτωση που δεν υπάρχουν μεταβιβαστικές πληρωμές και εξετάζοντας τον μεγαλύτερο σταθερό συνασπισμό που προέκυψε $(2, N_2)$, δεδομένου ότι το γ είναι αρκετά μεγάλο και το α αρκετά μικρό, καταλαβαίνει κανείς ότι οι χώρες τύπου 2 δεν θα συνεισφέρουν τόσο στην μείωση των ρύπων όσο οι τύπου 1. Αυτό θα συμβεί καθώς οι χώρες τύπου 2 είναι λιγότερο ευάλωτες στην έκθεση ρύπων και ταυτόχρονα έχουν μεγαλύτερα οφέλη από την αυξημένη εκροή ρύπων, λόγω της αυξημένης παραγωγής, από τις χώρες τύπου 1, καθιστώντας τις επιζήμιες στην προσπάθεια των υπόλοιπων μελών για ένα καθαρότερο περιβάλλον. Για αυτόν τον λόγο δημιουργήθηκε ένας εναλλακτικός συνασπισμός μόνο με τρεις χώρες τύπου 1 $(3, 0)$, ο οποίος απεδείχθη ότι μειώνει περισσότερο τους συνολικούς ρύπους από ότι ο $(2, N_2)$.

Ως εκ τούτου επιστρέψαμε στο σύνθημα αποτέλεσμα που εμφανίζεται στην βιβλιογραφία, ότι ένας μεγάλος σταθερός συνασπισμός μπορεί να υπάρξει, μόνο αν αποτελείται και από χώρες που δεν συνεισφέρουν στο κοινό καλό, επιβαρύνοντας έτσι τις υπόλοιπες χώρες. Επομένως είναι πιο αποτελεσματικό για την περιβαλλοντική πολιτική να υπάρξει ένας μικρός σταθερός και λειτουργικός συνασπισμός παρά ένας μεγάλος σταθερός αλλά ρηχός συνασπισμός.

Το σκηνικό όμως μπορεί να αλλάξει στην περίπτωση των μεταβιβαστικών πληρωμών, καθώς η ασυμμετρία στα οριακά οφέλη είναι μικρότερη μεταξύ των χωρών ενώ η ασυμμετρία στις οριακές ζημιές ισχυρότερη. Έτσι ένας μεγάλος συνασπισμός που δεν περιλαμβάνει τα αποτελεσματικότερα μέλη ως προς την άσκηση περιβαλλοντικής πολιτικής μπορεί να μειώσει περισσότερο τους συνολικούς ρύπους από έναν μικρό αλλά αποτελεσματικό συνασπισμό.

Σύνδεση Θεμάτων

Ένας άλλος τρόπος να ενθαρρύνουμε τις χώρες που δεν συνεργάζονται προκειμένου να υπογράψουν μια περιβαλλοντική συμφωνία είναι, η σύνδεση της συμφωνίας με άλλα θέματα (μη περιβαλλοντικά) τα οποία ενδιαφέρουν περισσότερο τις χώρες εκτός συνασπισμού. Τέτοια θέματα είναι συνήθως εμπορικές συμφωνίες και συμφωνίες έρευνας και ανάπτυξης. Η σύνδεση αυτή μπορεί να επιφέρει αλλαγές στα κέρδη μεταξύ των χωρών που οδηγούν στην διεύρυνση ενός σταθερού συνασπισμού. Αυτό μπορεί να συμβαίνει διότι το μη-περιβαλλοντικό θέμα που συνδέεται δεν έχει χαρακτηριστικά δημόσιου αγαθού (όπως π.χ το περιβαλλοντικό θέμα), οπότε μπορούν να εξαιρεθούν οι free-riders από τα οφέλη της μη-περιβαλλοντικής συμφωνίας. Δηλαδή το κίνητρο για αποστασία από την περιβαλλοντική συμφωνία μπορεί να αντισταθμιστεί με το κίνητρο για κέρδη από μια μη-περιβαλλοντική συμφωνία.

Πρωτοστάτες της έμπνευση της σύνδεσης θεμάτων ήταν οι Folmer(1993) Cesar και de Zeeuw(1994), όπου σκόπευσαν να λύσουν το πρόβλημα της ασυμμετρίας μεταξύ των κρατών. Εξετάζοντας την περίπτωση της κερδοφορίας υποστηρίζουν πως εάν κάποιες χώρες επωφελούνται από την υπογραφή μιας συμφωνία ενώ κάποιες χώρες από την υπογραφή μιας άλλης, συνδέοντας και τις δύο μαζί μπορεί να υπάρξει συμφωνία για την οποία η συνεργασία των χωρών να είναι κερδοφόρα για τα μέλη της.

Επίσης όσον αφορά την περίπτωση της ευστάθειας του συνασπισμού, μπορούμε πάλι να συνδέσουμε τις διαπραγματεύσεις δύο διαφορετικών θεμάτων. Εάν, δηλαδή, η σύνδεση θεμάτων είναι βέλτιστη κατά Παρέτο και ο συνασπισμός είναι σταθερός, δεν θα απαιτείται κάποιας μορφής δέσμευση από τις χώρες (θα είναι αυτό-επιβαλλόμενος) (Carraro,1995).

Σύνδεση Περιβαλλοντικών και Τεχνολογικών Θεμάτων

Ένα άρθρο το οποίο μελετά την ύπαρξη σύνδεσης μεταξύ μιας περιβαλλοντικής συμφωνίας και μιας μη-περιβαλλοντικής είναι αυτό των Carraro και Marchiori (2004), με τις χώρες να επιλέγουν να συνδέσουν τις διαπραγματεύσεις και των δύο θεμάτων μαζί είτε θα διαπραγματευτούν το καθένα χωριστά. Ο στόχος των συγγραφέων είναι να εξετάσουν, για την περίπτωση που τα θέματα σύνδεσης εκφράζονται ενδογενώς στο παίγνιο, εάν η σύνδεση θεμάτων περιλαμβάνεται στην ισορροπία του παιγνίου και όχι κατά πόσο ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας των θεμάτων σύνδεσης συμβάλλει στην μεγέθυνση των μελών του συνασπισμού ούτε επίσης στην εύρεση του αριθμού αυτών των θεμάτων που οδηγούν στην άριστη σύνδεση τους.

Το παίγνιο αναπτύσσεται σε τρία στάδια στα οποία η επιλογή γίνεται ταυτοχρόνως για κάθε παίκτη. Οι επιλογές κάθε παίκτη λαμβάνονται ατομικά με εξαίρεση να αποτελεί ο συνασπισμός, ο οποίος συνεργάζεται με τα μέλη του θεωρώντας, όμως, ότι δρα ως ένας

παίκτης. Στο πρώτο στάδιο οι παίκτες αποφασίζουν την σύνδεση ή όχι των διαπραγματεύσεων των δυο θεμάτων σύμφωνα με τον κανόνα της ομόφωνης ψηφοφορίας, ενώ στο δεύτερο υπάρχουν δύο εκδοχές που εξαρτώνται από το πρώτο στάδιο. Δηλαδή, αν συνδέσουν την διαπραγμάτευση ,στο πρώτο στάδιο , επιλέγουν στο δεύτερο αν θα υπογράψουν ή όχι την συνδεδεμένη συμφωνία. Αντίθετα, εάν έχουν αποφασίσει να μην συνδέσουν την διαπραγμάτευση των θεμάτων, στο δεύτερο στάδιο επιλέγουν εάν θα υπογράψουν είτε μόνο το ένα από τα δύο είτε και τα δύο χωριστά. Στο τρίτο και τελευταίο στάδιο, επιλέγουν το επίπεδο της περιβαλλοντικής και τεχνολογικής πολιτικής τους παίζοντας μη-συνεργατικά, με τον συνασπισμό όμως να μοιράζει τα κέρδη του σύμφωνα με έναν οποιοδήποτε κανόνα επιμερισμού του κόστους της συνεργατικής θεωρίας παιγνίων. Η ισορροπία Nas σε αυτό το στάδιο είναι μοναδική.

Το παραπάνω παίγνιο αποτελείται από συμμετρικούς παίκτες οι οποίοι υπογράφουν μία συμφωνία, δηλαδή υπάρχει ένας συνασπισμός του οποίου τα μέλη συνεργάζονται για να μεγιστοποιήσουν το πλεόνασμά του. Η συμφωνία είναι ανοιχτή για κάθε παίκτη με τις συνθήκες σταθερότητας και κερδοφορίας να ικανοποιούνται τόσο για την συνδεδεμένη όσο και για την περιβαλλοντική και την μη-περιβαλλοντική αντίστοιχα. Αυτό ισχύει καθώς τα κέρδη που αποκτώνται από την συνδεδεμένη συμφωνία είναι ίσα με το άθροισμα των κερδών ,τόσο για τα μέλη όσο και για τους free-riders, που προέρχονται από την περιβαλλοντική (α- συμφωνία) και την μη-περιβαλλοντική(t- συμφωνία), οι οποίες είναι εξωγενώς δοσμένες.²¹ Επίσης στο πρώτο στάδιο ένας παίκτης επιλέγει την σύνδεση των δύο θεμάτων μόνο εάν το μικρότερο κέρδος του από αυτήν την επιλογή είναι μεγαλύτερο από το μεγαλύτερο κέρδος του από την επιλογή οποιασδήποτε άλλης συμφωνίας.

Στην ανάλυση τους οι συγγραφείς επισημαίνουν δύο σενάρια που επηρεάζουν την έκβαση της ισορροπίας, απεικονίζοντας τον βαθμό του αποκλεισμού (excludability) των κερδών που προέρχονται από την t- συμφωνία τα οποία συνδέονται με την α- συμφωνία. Στο πρώτο σενάριο υποθέτουν ότι τα κέρδη του συνασπισμού για κάθε μορφή συμφωνίας είναι σχεδόν ή τελείως αποκλειστικά (club good), ενώ στο δεύτερο ο βαθμός αποκλεισμού είναι μικρός. Επίσης μια άλλη παράμετρος που εξετάζεται είναι το σχήμα των καμπυλών κέρδους, το οποίο απεικονίζει τα κέρδη των μελών για κάθε μορφή συμφωνίας.

Στο πρώτο σενάριο Α σχηματίζεται ο μεγάλος συνασπισμός ($c_i^* = n$) στην t- συμφωνία όταν ο βαθμός της αποκλειστικότητας είναι μεγάλος ($\gamma \geq \gamma^0$), ενώ στο δεύτερο σενάριο Β σχηματίζεται μικρότερος συνασπισμός ($c_i^* < n$) όταν ο βαθμός της αποκλειστικότητας είναι μικρός ($\gamma < \gamma^0$).Αξίζει να σημειωθεί ότι όταν το $\gamma = 1$ έχουμε τέλειο αποκλεισμό, δηλαδή τα οφέλη από την συμφωνία τα καρπώνονται αποκλειστικά και μόνο τα μέλη του συνασπισμού ενώ όταν το $\gamma = 0$ τα οφέλη της συμφωνίας τα καρπώνονται όλοι οι παίκτες

²¹ Ως α-συμφωνία και t-συμφωνία οι Carraro και Marchiori θεωρούν μια περιβαλλοντική συμφωνία με επιλογή abatement ως περιβαλλοντική πολιτική και μια τεχνολογική συμφωνία έρευνας και ανάπτυξης αντίστοιχα.

(δημόσιο αγαθό). Επίσης το γ^0 αντιπροσωπεύει τον βαθμό της αποκλειστικότητας, όπου ένας παίκτης είναι αδιάφορος ως προς την συμμετοχή του στον συνασπισμό.²²

Το δεύτερο μέρος της ανάλυσης έχει να κάνει με την μονοτονία των συναρτήσεων κέρδους του κάθε πιθανού συνασπισμού αλλά και των free-riders. Μόνο η συνάρτηση κέρδους των μελών της τεχνολογικής συμφωνίας δεν είναι μονοτονική ως προς το μέγεθος του συνασπισμού (c_t), καθώς στην αρχή αυξάνεται ενώ στην συνέχεια ελαττώνεται. Αυτό συμβαίνει διότι υπάρχουν δύο θετικές επιδράσεις στα μέλη της t-συμφωνίας, όπως έχουν δείξει και οι Carraro και Siniscalco (1997). Η πρώτη επίδραση εμφανίζεται επειδή τα κόστη παραγωγής ελαττώνονται λόγω της αποτελεσματικότερης τεχνολογίας που προάγεται από την συνεργασία σε επίπεδο έρευνας και ανάπτυξης. Η δεύτερη επίδραση εμφανίζεται διότι το μερίδιο αγοράς μεγαλώνει λόγω του χαμηλότερου κόστους, όμως καθώς προστίθενται νέα μέλη στον συνασπισμό αυτή η επίδραση όλο και μικραίνει με αποτέλεσμα να εξαλειφθεί πλήρως όταν επιτευχθεί ο μεγάλος συνασπισμός. Δηλαδή όταν ο συνασπισμός ξεπεράσει ένα μέγεθος (c_t^0) τα οφέλη του αρχίζουν να φθίνουν.

Συνδυάζοντας τα παραπάνω δυο στοιχεία οι συγγραφείς απέδειξαν ότι στην ισορροπία τα μέλη του συνασπισμού της μικτής συμφωνίας θα είναι λιγότερα ή ίσα από αυτά της μη-περιβαλλοντικής συμφωνίας ($c_u^* \leq c_t^*$), δεδομένου ότι η μικτή συμφωνία (u-συμφωνία) είναι επικερδής για τα μέλη της και ότι το μέγεθος του συνασπισμού αυτής είναι μεγαλύτερο από του συνασπισμού της περιβαλλοντικής συμφωνίας ($c_u^* > c_a^*$).²³

Στην συνέχεια αναφέρουν και αποδεικνύουν δύο προτάσεις, μία για το σενάριο A και μία για το B στις οποίες παρουσιάζονται οι συνθήκες (ικανές και/ή επαρκείς) που κάνουν όλους τους παίκτες του παιχνιδιού να προτιμούν την σύνδεση της διαπραγμάτευσης δύο θεμάτων σε σχέση με την διαπραγμάτευση των θεμάτων χωριστά. Οι προτάσεις αυτές μπορούν να ερμηνευτούν υποθέτοντας όμως πρώτα, ότι τα κέρδη των μελών του συνασπισμού της συνδεόμενης συμφωνίας είναι μικρότερα από αυτά των αποστατών αυτής. Δηλαδή τα μέλη του συνασπισμού είναι σε χειρότερη κατάσταση από τους free-riders. Για να επιλέξουν όλοι οι παίκτες την σύνδεση θα πρέπει όχι μόνο το κέρδος του free-rider της α-συμφωνίας να είναι μεγαλύτερο όταν εισέρχεται στην u-συμφωνία αλλά να ξεπερνά και την απώλεια ενός παίκτη λόγω μείωσης του μεγέθους του συνασπισμού της t-συμφωνίας. Δηλαδή υπάρχουν δύο αντίθετα αποτελέσματα καθώς με την σύνδεση των θεμάτων αυξάνεται ο αριθμός του περιβαλλοντικού συνασπισμού ($c_u^* > c_a^*$) αλλά μειώνεται και ο αντίστοιχος του τεχνολογικού συνασπισμού ($c_t^* > c_u^*$), με τα κέρδη από την περιβαλλοντική συμφωνία να αντισταθμίζονται από τις απώλειες από την τεχνολογική συμφωνία.

Τα αποτελέσματα είναι παραπλήσια εάν υποθέσουμε ότι τα κέρδη των μελών του συνασπισμού της μικτής συμφωνίας είναι μεγαλύτερα από αυτά των αποστατών αυτής,

²² Ακόμα όμως και όταν οι παίκτες είναι αδιάφοροι ως προς στην είσοδό τους στην συμφωνία θα σχηματιστεί ο μεγάλος συνασπισμός.

²³ Στην ισορροπία επίσης ισχύει ότι αριθμός του συνασπισμού της περιβαλλοντικής συμφωνίας είναι μικρότερος από αυτόν του συνασπισμού της τεχνολογικής συμφωνίας ειδικά η σύνδεση των δύο θεμάτων δεν θα υπήρχε λόγος να γίνει ($c_a^* < c_t^*$).

καθώς τα κέρδη του free-rider της α-συμφωνίας λόγω της αποστασία του από έναν μεγαλύτερο συνασπισμό πρέπει να είναι μεγαλύτερα από την απώλεια ενός παίκτη λόγω μείωσης του μεγέθους του συνασπισμού της t-συμφωνίας.

Συμπεραίνοντας, με την εφαρμογή της σύνδεσης των διαπραγματεύσεων δύο θεμάτων με σκοπό την επίτευξη μιας συνδεδεμένης συμφωνίας, πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη οι σχετικές μεταβολές στο μέγεθος του συνασπισμού και στα κέρδη των παικτών. Δηλαδή, όσο μεγαλύτερος αριθμός των μελών του επεκτεινόμενου περιβαλλοντικού συνασπισμού ($c_u^* - c_a^*$) και/ή όσο μικρότερος ο αριθμός των μελών του ελαττωμένου τεχνολογικού συνασπισμού ($c_t^* - c_u^*$) τόσο μεγαλύτερη η πιθανότητα να συνδέσουν τις διαπραγματεύσεις τους οι παίκτες. Επίσης, όσο μεγαλύτερα τα κέρδη του δημοσίου αγαθού λόγω της επέκτασης του περιβαλλοντικού συνασπισμού και/ή όσο μικρότερες οι απώλειες του club good εξαιτίας του μειωμένου τεχνολογικού συνασπισμού τόσο μεγαλύτερη η πιθανότητα να υπογραφεί από τους παίκτες η συνδεδεμένη συμφωνία.²⁴ Αν ωστόσο, αλλάξουμε την υπόθεση της ομόφωνης σε πλειοψηφική ψηφοφορία ή εάν ο βαθμός της αποκλειστικότητας των τεχνολογικών κερδών είναι μεγάλος, οι παραπάνω συνθήκες ισορροπίας ικανοποιούνται ευκολότερα.

Σε ένα εναλλακτικό υπόδειγμα που συνδέει την έρευνα και ανάπτυξη με την εφαρμογή πρωτοποριακής τεχνολογίας που ελαττώνει τους ρύπους των χωρών προχώρησε ο Barrett (2006), θεωρώντας πως μια σύμβαση θα πρέπει να παρέχει θετικές εξωτερικότητες στα κράτη, οι οποίες προέρχονται από την μείωση του κόστους της περιβαλλοντικής πολιτικής, εξαιτίας της υιοθέτησης της νέα τεχνολογίας. Με άλλα λόγια θεωρεί ότι η τεχνογνωσία για την ανάπτυξη της νέα τεχνολογίας που θα πηγάζει από την έρευνα κι ανάπτυξη θα έχει χαρακτηριστικά δημοσίου αγαθού για τις χώρες.

Το σύστημα δύο συμφωνιών που πρότεινε αποτελείται από την συμφωνία που προωθεί συνεργατικά την έρευνα & ανάπτυξη και από την συμφωνία που ενισχύει την υιοθέτηση μιας πρωτοποριακής τεχνολογίας που προέρχεται από την παραπάνω έρευνα & ανάπτυξη. Ξεκινώντας την ανάλυση του από την τεχνολογική συμφωνία (Y) αναπτύσσει την λύση του παιγνίου το οποίο έχει μορφή τριών σταδίων. όπου στο πρώτο στάδιο επιλέγουν οι χώρες την υπογραφή ή όχι της τεχνολογικής συμφωνίας (Y), ενώ στα επόμενα δυο στάδια επιλέγουν διαδοχικά οι χώρες-μέλη και οι χώρες που δεν υπέγραψαν, την υιοθέτηση ή όχι της τεχνολογίας Y. Η αντικειμενική συνάρτηση κερδών είναι η εξής:

$$\pi_i = b_i(y_i + \sum_{j \neq i}^N y_j) - c_y y_i + b((1 - y_i)q_i + \sum_{j \neq i}^N (1 - y_j)q_j) - c_0(1 - y_i) q_i^2 / 2$$

Ο Barrett συγκρίνει την λύση του παραπάνω παιγνίου με μια προσέγγιση της σύμβασης του Κιότο που ανέπτυξε ο ίδιος και βρίσκει ότι ο αριθμός των μελών στην τεχνολογική συμφωνία, δεν θα ξεπερνά αυτόν της παραπάνω προσεγγίσεως. Το μέγεθος της συμμετοχής στον συνασπισμό που προέκυψε από την προσέγγιση του Κιότο

²⁴ Η απουσία των μεταφορικών εξόδων από το υπόδειγμα δεν δημιουργεί πρόβλημα καθώς αν τα συμπεριλάβουμε θα απαλειφθούν από τις ανισώσεις που αποδεικνύουν τις προτάσεις των συγγραφέων.

συμπίπτει με το σύνηθες αποτέλεσμα που εμφανίζεται στην βιβλιογραφία των 3 χωρών, με την μορφή του παιγνίου να αποτελεί το κλασικό παίγνιο 2-σταδίων όπου τα μέλη είναι ηγέτες Στάκελμπεργκ, ως προς την επιλογή τους στο abatement.²⁵ Το πόρισμα της σύγκρισης αυτής είναι πως το μέγεθος του συνασπισμού θα μπορούσε να αυξηθεί μόνο εάν οι χώρες που υιοθετούν την νέα τεχνολογία θα ευρίσκοντο συλλογικά σε καλύτερη κατάσταση από πριν. Όμως, δεδομένου των παραπάνω προϋποθέσεων δεν θα βελτιώσουν την θέση τους όλες οι χώρες.

Φέρνοντας στο προσκήνιο την συμφωνία χρηματοδότησης της έρευνας και ανάπτυξης, η οποία προπορεύεται της τεχνολογικής, ο συγγραφέας υποθέτει ότι υπάρχει ένα ελάχιστο επίπεδο επένδυσης σε έρευνα και ανάπτυξη (M_y). Αν αυτό ξεπεραστεί από τα συλλογικά οφέλη των χωρών-μελών που υιοθετούν την τεχνολογία τότε θα πραγματοποιηθεί η χρηματοδότηση, έχοντας ως επακόλουθο την εφαρμογή του συστήματος των δύο συμφωνιών. Ο Barrett απέδειξε ότι το M_y θα είναι πολύ μικρό όταν η τεχνολογική συμφωνία είναι αυτό-επιβαλλόμενη.

Στο τέλος του άρθρου ο συγγραφέας συγκρίνει δυο τεχνολογικές συμφωνίες την Y και X, με την δεύτερη να παρουσιάζει αύξουσες αποδόσεις κλίμακας²⁶, όπου για την πλήρη συμμετοχή σε αυτήν να απαιτείται ένας ελάχιστος αριθμός χωρών που υιοθετούν αυτήν την (X) τεχνολογία ακόμα κι αν τα οφέλη των μελών είναι μεγάλα. Ο αριθμός αυτός (z) αποτελεί το ελάχιστο όριο των χωρών που θα επικυρώσουν την συμφωνία, οδηγώντας όλες τις χώρες σε πλήρη συμμετοχή, αποφεύγοντας έτσι το πρόβλημα συντονισμού λόγω της υποχρεωτικής υιοθέτησης της X τεχνολογίας. Ακόμη, δηλαδή, αν υπάρχει μικρός αριθμός χωρών που επωφελείται από την συνεργασία, η συμφωνία μπορεί να οδηγήσει σε συνεργασία όλων των κρατών.

Επιπροσθέτως, δεδομένου ότι οι συμφωνίες είναι αυτό-επιβαλλόμενες και ότι υπάρχει καθολική υιοθέτηση από τις χώρες, αν η τεχνολογία Y είναι ανώτερη της X ίσως να εφαρμοστεί η τελευταία. Δηλαδή, παρόλο που η τεχνολογία Y μπορεί να είναι πιο φθηνή ως προς το κόστος της έρευνας και ανάπτυξης που θα δαπανηθεί πιθανώς θα προτιμηθεί η τεχνολογία X η οποία παρουσιάζει αύξουσες αποδόσεις. Τέτοιες τεχνολογίες πρέπει να αποτελούν στόχο επένδυσης για τα παρόντα αναπτυξιακά προγράμματα.

Οι Hoel και de Zeeuw (2010) βασίστηκαν στο άρθρο του Barrett(2006) κάνοντας μια τροποποίηση στην υπόθεση του κόστους υιοθέτησης της νέας τεχνολογίας θεωρώντας το, ότι εξαρτάται από το επίπεδο επένδυσης σε έρευνα και ανάπτυξη. Το σκεπτικό αυτό υπάγεται στην θεώρηση ότι κάνοντας όλο και περισσότερη έρευνα και ανάπτυξη τα κόστη που θα προκύψουν από την χρήση της νέας τεχνολογίας θα είναι ολοένα και λιγότερα. Επίσης αλλαγή υπήρξε και στον σχεδιασμό των σταδίων των παιγνίων καθώς

²⁵ Να σημειώσουμε πως οι αντικειμενική συνάρτηση κέρδους για κάθε παίκτη στο μοντέλο που προσεγγίζει το πρωτόκολλο του Κιότο, αποτελείται από γραμμική συνάρτηση ωφέλειας και τετραγωνική συνάρτηση κόστους.

²⁶ Η αντικειμενική συνάρτηση κέρδους είναι η ίδια με της Y με την διαφορά να υπάρχει στο κόστος υιοθέτησης της X, όπου η συνάρτηση κόστους είναι ίση με $\frac{c_x}{N}(N - \sum_{j \neq i} x_j)$.

εδώ πρώτα επιλέγεται η ύπαρξη ή όχι συνασπισμού και μετά η επιλογή σε επένδυση σε έρευνα και ανάπτυξη και η υιοθέτηση της νέας τεχνολογίας.

Οι συγγραφείς βρίσκουν την πλήρως συνεργατική ισορροπία και την μη-συνεργατική ισορροπία με την τελευταία να αποτελεί ισορροπία Nας στο επίπεδο της έρευνας και ανάπτυξης καθώς όλες οι χώρες υιοθετούν την νέα τεχνολογία(πλήρης υιοθέτηση). Η πλήρως συνεργατική ισορροπία είναι κοινωνικά άριστη οδηγώντας κι αυτή σε πλήρη υιοθέτηση. Μολονότι και οι δύο ισορροπίες οδηγούν στην πλήρη υιοθέτηση η πλήρως συνεργατική $V(N)$ είναι ανώτερη από την μη-συνεργατική \tilde{V} η οποία δεν φτάνει στο first-best επίπεδο της έρευνας και ανάπτυξης.

Υποθέτοντας τις συνθήκες σταθερότητας εξετάζουν την ύπαρξη ενός μεγάλου σταθερού συνασπισμού διακρίνοντας τις περιπτώσεις A και B. Στην περίπτωση A δεν υφίσταται το μη-συνεργατικό αποτέλεσμα με πλήρη υιοθέτηση νέας τεχνολογίας, οπότε καμία χώρα που δεν θα συμμετάσχει στον συνασπισμό θα έχει συμφέρον από την επένδυση σε έρευνα και ανάπτυξη. Το παίγνιο περιλαμβάνει τρία στάδια. Στο πρώτο κάθε χώρα αποφασίζει αν θα συμμετάσχει ή όχι στον συνασπισμό ενώ στο δεύτερο επιλέγει ο συνασπισμός τα κόστη της έρευνας και ανάπτυξης και στο τρίτο στάδιο επιλέγει αν θα υιοθετήσει ή όχι την νέα τεχνολογία.

Η λύση του μικρού σταθερού συνασπισμού K^o , που βρέθηκε στην παραπάνω περίπτωση, ταυτίζεται με αυτήν του Barrett(2006), όπου η επένδυση σε έρευνα και ανάπτυξη δεν αλλάζει τον σχηματισμό του συνασπισμού και τα μέλη της συμφωνίας είναι ίσα με αυτά μιας αυτό-επιβαλλόμενης συμφωνίας. Η διαφορά με τον Barrett έγκειται στο γεγονός πως σε αυτό το μοντέλο τα κόστη της έρευνας και ανάπτυξης καταναέονται μεταξύ των μελών του συνασπισμού και όχι από όλες τις χώρες.

Η περίπτωση B περιλαμβάνει την υπόθεση της πλήρης υιοθέτησης στην μη-συνεργατική ισορροπία, με τον συνασπισμό πλέον να μπορεί να αλλάξει απόφαση παίζοντας μη-συνεργατικά ή ως συνασπισμός. Αυτή η επιλογή προστέθηκε στο νέο δεύτερο στάδιο του παραπάνω παιγνίου, όπως επίσης και η δυνατότητα επιλογής των χωρών εκτός συνασπισμού στο τρίτο και τέταρτο στάδιο.

Για να λύσουμε την παραπάνω περίπτωση λαμβάνουμε τρεις πιθανές εκδοχές για την άριστη επένδυση σε έρευνα και ανάπτυξη. Η πρώτη αφορά μια αρκετά μεγάλη επένδυση έτσι ώστε όλες οι χώρες να εφαρμόσουν την νέα τεχνολογία, η δεύτερη μια επένδυση από τον συνασπισμό ικανή να προσελκύσει και τις χώρες που είναι εκτός συνασπισμού και η τελευταία αφορά μια επένδυση από τον συνασπισμό που δεν επαρκεί να προσελκύσει άλλες χώρες καταλήγοντας στην περίπτωση A.

Η μεγιστοποίηση των τριών πιθανών εκδοχών εμφανίζεται από την συνάρτηση $V(k)$, η οποία αν δεν υπερβαίνει το μη συνεργατικό αποτέλεσμα, ο συνασπισμός δεν μπορεί να αναλάβει το βάρος της επένδυσης μόνος του, οπότε επικρατεί η μη-συνεργατική ισορροπία Nας. Εάν από την άλλη μπορεί να αναλάβει μόνος την επένδυση είτε θα επενδύσει περισσότερο αδιαφορώντας για τα οφέλη που θα αποκομίσουν οι χώρες που δεν συμμετέχουν στον συνασπισμό, από την υιοθέτηση της νέας τεχνολογίας είτε θα

επενδύσει λιγότερο, με τις χώρες εκτός συνασπισμού να μην υιοθετούν την νέα τεχνολογία. Θα υπάρξει βελτίωση στα κέρδη για όλες τις χώρες τόσο στην υπερεπένδυση του συνασπισμού όσο και στην υποεπένδυση, διότι στην μεν πρώτη ο συνασπισμός πληρώνει λιγότερο τα κόστη υιοθέτησης ενώ στη δεύτερη είναι αρκετά μεγάλος(\tilde{K})²⁷ για να βελτιώσει σημαντικά την μέση ευημερία²⁸ από μόνος του.

Για να κατανοηθεί περισσότερο η δεύτερη περίπτωση παρουσιάζονται, στον παρακάτω πίνακα, τα αποτελέσματα μιας αριθμητικής εφαρμογής των αρθρογράφων.

$$\bar{M}^*(N) < \bar{M}$$

N=20	Καθαρό Όφελος	Μέση Τιμή Καθαρής Ωφέλειας	\tilde{V}	V(N)
$K^0=10$	0.51	5.26	7.75	13.29
Χώρες Εκτός K^0	10			
$\tilde{K}=16$	8.5	10		
Χώρες Εκτός \tilde{K}	16			

Πίνακας 11

Στον πίνακα παρατηρούμε ότι ο συνασπισμός \tilde{K} είναι μεγαλύτερος σε μέγεθος από τον K^0 (ο μικρότερος συνασπισμός που ισχύει $V(K) > \tilde{V}$) αλλά και ως προς τη μέση τιμή της καθαρής ωφέλειας. Μολονότι και οι δύο δεν φτάνουν το πλήρως συνεργατικό αποτέλεσμα, η μέση καθαρή ωφέλεια για τον μεγαλύτερο συνασπισμό ξεπερνά το μη συνεργατικό αποτέλεσμα υπό πλήρη υιοθέτηση.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα, οι συγγραφείς βρήκαν πως μια τεχνολογία μπορεί να υιοθετηθεί από όλες τις χώρες παρέχοντας υψηλό επίπεδο έρευνας και ανάπτυξης ακόμα και εάν αυτές δεν ανήκουν σε συνασπισμό. Παρόλα αυτά όμως ένας συνασπισμός είναι σημαντικός καθώς μπορεί να βελτιώσει το παραπάνω αποτέλεσμα είτε επενδύοντας ακόμη περισσότερο για να μειώσει τα κόστη υιοθέτησης είτε επενδύοντας λιγότερο. Δηλαδή μια συμφωνία που εμπεριέχει την έρευνα και ανάπτυξη μιας πρωτοποριακής τεχνολογίας μπορεί να είναι πιο αποτελεσματική σε σχέση με την ατομική προσπάθεια για εφαρμογή της τεχνολογίας από κάθε χώρα. Αυτό θα συμβεί, για παράδειγμα, εάν υπάρξει μια φθηνότερη τεχνολογία την οποία θα αναπτύξουν όλες οι χώρες ή εάν υπάρξει μια ακριβότερη τεχνολογία που θα υιοθετηθεί μόνο από τα μέλη της συμφωνίας. Οι χώρες θα είναι σε καλύτερη κατάσταση από πριν αυξάνοντας την ευημερία τους, με την συμφωνία να αποκτά μεγαλύτερο αριθμό μελών, χωρίς όμως να φτάνει το πλήρως συνεργατικό επίπεδο.

²⁷ Ο ευσταθής συνασπισμός \tilde{K} είναι ο μικρότερος ακέραιος αριθμός, που ξεπερνά το μέγεθος του συνασπισμού εκείνου του οποίου η ευημερία κάθε μέλος του ισούται με την ευημερία κάθε χώρας στο μη συνεργατικό αποτέλεσμα υπό πλήρη υιοθέτηση.

²⁸ Οι Hoel και de Zeeuw λαμβάνουν υπόψη ως μέτρο ευημερίας, την μέση τιμή της καθαρής ωφέλειας όλων των χωρών που ανήκουν στον συνασπισμό και αυτών που δεν ανήκουν. Το μέτρο αυτό το ονομάζουν μέση ευημερία.

Σύνδεση Περιβαλλοντικών και Εμπορικών Θεμάτων

Όπως αναφέραμε στην αρχή του κεφαλαίου οι περιβαλλοντικές συμφωνίες μπορούν να συνδεθούν, επίσης, με συμφωνίες εμπορίου προκειμένου ο συνασπισμός των χωρών που θα σχηματιστεί να παρουσιάζει μεγαλύτερη συμμετοχή και κερδοφορία για τα μέλη του, με τον Barrett(1995) να προτείνει την σύνδεση των περιβαλλοντικών διαπραγματεύσεων με διαπραγματεύσεις για απελευθέρωση του εμπορίου. Σε ένα μεταγενέστερο άρθρο του ,ο Barrett(1997b), εξετάζει την δημιουργία ενός τέτοιου τύπου συνασπισμού ο οποίος έχει την δυνατότητα να επιβάλλει εμπορικές κυρώσεις ,αν του επιτραπούν, στις χώρες που δεν είναι μέλη του. Οι κυρώσεις αυτές θα είναι πιστευτές σε μια συνδεδεμένη συμφωνία παρά σε μια συμφωνία που έχει ως εργαλείο πολιτικής την αύξηση των ρύπων όταν υπάρχει αποστασία από αυτήν(π.χ. φαινόμενα leakage). Δηλαδή, η απειλή της επιβολής εμπορικών ποινών στις χώρες που αποκλίνουν από τον συνασπισμό μικτής σύμβασης, μπορεί να επιφέρει αποτελεσματικότερη αποτροπή του free-riding από μια απειλή καθαρής περιβαλλοντικής πολιτικής. Πρέπει να επισημάνουμε πως, όταν αναφερόμαστε σε εμπορικές κυρώσεις εννοούμε κυρώσεις σε προϊόντα που συνδέονται άμεσα με την περιβαλλοντική ρύπανση (π.χ. τους φθοροχλωροάνθρακες-CFCs).²⁹

Στην ανάλυση του ο Barrett ξεχωρίζει τέσσερις περιπτώσεις. Η πρώτη και η δεύτερη απαρτίζουν τη μη-συνεργατική ισορροπία και την πλήρως συνεργατική ισορροπία όταν επιτρέπεται το εμπόριο μεταξύ ξεχωριστών αγορών, ενώ η τρίτη και η τέταρτη είναι οι περιπτώσεις ελεύθερου εμπορίου και εμπορικών φραγμών αντίστοιχα όταν υπάρχει ένας συνασπισμός χωρών που υπογράφουν την συμφωνία. Πριν εξετάσουμε τις τέσσερις περιπτώσεις, πρέπει να επισημάνουμε πως οι χώρες επιλέγουν πρώτες το επίπεδο του abatement το οποίο πρέπει να επιτύχουν οι επιχειρήσεις που βρίσκονται σε αυτές, με τις επιχειρήσεις να επιλέγουν κατόπιν το επίπεδο παραγωγής τους. Επίσης σε κάθε χώρα υπάρχει μία επιχείρηση η οποία παράγει ένα σύνθετο προϊόν που αποτελείται από ομοιογενές εμπορεύσιμο αγαθό και διασυννοριακή ρύπανση.

Η συνάρτηση κερδών της κάθε επιχείρησης είναι το άθροισμα των κερδών της σε κάθε αγορά, ενώ το καθαρό όφελος κάθε κυβέρνησης είναι το άθροισμα της συνάρτησης κερδών της επιχείρησης της χώρας συν το πλεόνασμα των καταναλωτών της μείον την περιβαλλοντική ζημιά που υφίσταται. Η μορφή αυτών αντίστοιχα

- $\pi_j = \sum(R_i - C_i)$
- $\Pi_j = \pi_j + CS_j - D_j$

Όπου C_i και D_j γραμμικές ως προς το abatement, με σ και ω να είναι οι οριακές τιμές του κόστους και της ωφέλειας ως προς το abatement($q_j \in [0,1]$).

²⁹ Το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ συμπεριλάμβανε, κυρώσεις σε προϊόντα που συνδέονται έμμεσα με την περιβαλλοντική ρύπανση, όπως ψυγεία που χρησιμοποιούν φθοροχλωροάνθρακες.

Στην μη-συνεργατική ισορροπία ή ισορροπία σε μονομερείς πολιτικές, όπως αναφέρει και ο Barrett, το παίγνιο είναι δύο σταδίων με ταυτόχρονη επιλογή σε κάθε στάδιο. Οι κυβερνήσεις, οι οποίες έχουν πλεονέκτημα πρώτης κίνησης, μεγιστοποιώντας την συνάρτηση καθαρής ωφέλειας τους εμφανίζουν δύο αποτελέσματα το άμεσο και το στρατηγικό. Το άμεσο αποτέλεσμα μας λέει πως αν η οριακή περιβαλλοντική ζημιά(ω) είναι μεγαλύτερη από το οριακό κόστος του abatement(σ) τότε η κυβέρνηση πρέπει να θέσει το μέγιστο επίπεδο abatement. Το στρατηγικό αποτέλεσμα έχει τρεις εκφάνσεις. Όταν μια χώρα θέτει μικρό επίπεδο abatement, συμφωνά με την πρώτη έκφανση, αυξάνονται τα κέρδη της εγχώριας επιχείρησης από την μετατόπιση των κερδών του κλάδου προς αυτήν, ενώ σύμφωνα με την δεύτερη, αυξάνεται το εγχώριο πλεόνασμα του καταναλωτή. Αντιθέτως, η τρίτη λέει πως ένα μεγαλύτερο επίπεδο abatement θα μείωνε την παραγωγή του προϊόντος, οπότε και τους παγκόσμιους ρύπους περισσότερο από το άμεσο αποτέλεσμα. Στην ισορροπία, αν υποθέσουμε πως ο αριθμός των χωρών είναι μεγάλος, υπερισχύει η πρώτη έκφανση του στρατηγικού αποτελέσματος. Επομένως στην μη-συνεργατική ισορροπία υπάρχει κίνητρο για ασθενέστερη περιβαλλοντική πολιτική(q^u μικρό), το οποίο πηγάζει από το στρατηγικό αποτέλεσμα, δείχνοντας έτσι ότι ακόμα και για κάποιες τιμές που το $\omega > \sigma$ θα επιλεγεί το q^u .

Στην πλήρη συνεργατική ισορροπία οι χώρες μεγιστοποιούν τα συλλογικά τους κέρδη οπότε η πρώτη έκφανση του στρατηγικού αποτελέσματος θα έχει αντίθετη επίδραση. Δηλαδή αφού οι χώρες δρουν με συλλογική ορθολογικότητα μια αυστηρότερη περιβαλλοντική πολιτική θα αυξήσει τα συλλογικά τους κέρδη. Άρα όταν συνεργάζονται όλες οι χώρες έχουν κίνητρο να θέσουν μεγαλύτερο επίπεδο abatement(q^c μεγάλο), δεδομένου ότι το N είναι μεγάλο.

Στην τρίτη περίπτωση της ανάλυσης, ο συνασπισμός που δημιουργείται θα παίξει συνεργατικά και οι free-riders μη-συνεργατικά. Η εξήγηση είναι ανάλογη των προηγούμενων περιπτώσεων. Το παίγνιο γίνεται τεσσάρων σταδίων όπου στο πρώτο στάδιο οι παίκτες αποφασίζουν ταυτόχρονα αν θα γίνουν μέλη ή όχι του συνασπισμού, στα επόμενα δύο αποφασίζουν το επίπεδο του abatement, αντίστοιχα, οι χώρες εντός και εκτός του συνασπισμού, ενώ στο τέταρτο στάδιο διαλέγουν την παραγόμενη ποσότητα τους οι επιχειρήσεις. Δεδομένου του πλεονεκτήματος πρώτης κίνησης που έχει ο συνασπισμός μπορεί να επηρεάσει την επιλογή των χωρών εκτός αυτού. Για να απλοποιηθεί η ανάλυση θεωρήθηκε πως οι free-riders δεν θα προσφέρουν καθόλου abatement($q^n=0$), αποτελώντας έτσι κυρίαρχη στρατηγική. Αυτό θα ισχύσει εφόσον ο αριθμός όλων των χωρών είναι μεγάλος και το οριακό κόστος του abatement υπερβαίνει την οριακή περιβαλλοντική ζημιά. Έτσι σύμφωνα με την παραπάνω θεώρηση, στην πρώτη έκφανση του στρατηγικού αποτελέσματος, όταν το μέγεθος του συνασπισμού είναι μικρό, τα μέλη του θα ακολουθούν ηπιότερες περιβαλλοντικές πολιτικές, ενώ όταν αυξηθεί ο αριθμός των μελών θα αυξηθεί και το επίπεδο του abatement. Αντίθετα, στο άμεσο αποτέλεσμα όταν το γινόμενο του αριθμού των μελών του συνασπισμού με την οριακή περιβαλλοντική ζημιά ξεπερνά το οριακό κόστος του abatement τότε θα ασκηθεί αυστηρή περιβαλλοντική πολιτική. Η ισορροπία, εντέλει, οδηγεί σε ένα σταθερό συνασπισμό για τον οποίο ισχύουν οι συνθήκες σταθερότητας.

Στην τέταρτη περίπτωση, όπου έχουμε την δυνατότητα εμπορικών κυρώσεων προστίθεται νέο στάδιο στο παίγνιο όπου οι χώρες αποφασίζουν την χρήση ή όχι εμπορικών κυρώσεων και τις προϋποθέσεις που θα ισχύουν αυτές. Το στάδιο αυτό προηγείται όλων των προηγούμενων, τα οποία δεν αλλάζουν. Εδώ οι επιλογές ως προς το abatement των χωρών εκτός συμφωνίας δεν μπορούν να επηρεάσουν αυτές των χωρών-μελών και των επιχειρήσεων που βρίσκονται σε χώρες-μέλη. Επίσης τα μέλη δεν μπορούν να επηρεάσουν την επιλογή των χωρών εκτός συμφωνίας και των επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται σε αυτές. Επομένως, σύμφωνα με την προηγούμενη εξήγηση, οι χώρες εκτός συνασπισμού δεν θα ασκήσουν περιβαλλοντική πολιτική, αποτελώντας ισορροπία για κάθε ενδεχόμενο συνασπισμό k , ενώ οι χώρες-μέλη θα επιλέξουν συνεργατικά το επίπεδο του abatement.

Ο Barrett προκειμένου να λύσει τις τελευταίες δύο περιπτώσεις χρησιμοποίησε αριθμητικές προσομοιώσεις. Προτού προχωρήσουμε σε αυτές πρέπει να σημειώσουμε πως βρήκε δύο ισορροπίες, στην περίπτωση που υπάρχουν κυρώσεις, με την περιβαλλοντική ζημιά να τείνει στο μηδέν.³⁰ Η πρώτη ισορροπία είναι αυτή που όλες οι χώρες είναι free-riders, εάν $k < N/2$, και η δεύτερη είναι αυτή που κάθε χώρα είναι μέλος, εάν $k > N/2$. Αν η περιβαλλοντική ζημιά είναι θετικός αριθμός αλλά μικρός τότε όλες οι χώρες θα συμμετάσχουν στην συμφωνία. Αυτό μπορεί να γίνει όταν τεθεί μια ελάχιστη ρήτρα συμμετοχής στον συνασπισμό, η οποία δεν θα δεσμεύει τις χώρες που συμμετέχουν έως ότου επιτευχθεί η ρήτρα. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί καθώς μέχρι ο αριθμός των μελών να γίνει ίσος με την ρήτρα, οι χώρες εκτός συμφωνίας έχουν κίνητρο να εισέλθουν σε αυτήν. Ακόμη, όμως, και να γίνει ίσος πάλι θα έχουν κίνητρο να εισέλθουν, αφού το οριακό όφελος του abatement έχει μικρή τιμή. Συνεπώς, η ελάχιστη ρήτρα συμμετοχής μπορεί να οδηγήσει, υπό προϋποθέσεις, στην πλήρη συνεργατική ισορροπία.

Ο συγγραφέας χρησιμοποίησε διαφορετικές τιμές για την οριακή περιβαλλοντική ζημιά και το οριακό κόστος για abatement, διατηρώντας την σχέση $\omega < \sigma$, συγκρίνοντας την τρίτη και τέταρτη περίπτωση που αναφέραμε παραπάνω. Υπό το καθεστώς του ελεύθερου εμπορίου το επίπεδο του παγκόσμιου abatement θα είναι μικρό παρ' όλο που αριθμός των μελών του συνασπισμού μπορεί να γίνει μεγάλος. Το πόρισμα του είναι πως η πλήρως συνεργατική ισορροπία μπορεί να επιτευχθεί αρκεί να υπάρξει πιστευτή απειλή για την εφαρμογή εμπορικών απαγορεύσεων, η οποία συνοδεύεται από μια ελάχιστη ρήτρα συμμετοχής στην συμφωνία δεδομένου ότι στην ισορροπία δεν θα περιορίζεται το εμπόριο μεταξύ των μελών.

Οι Dong και Zhao(2009) ανέπτυξαν το παραπάνω άρθρο του Barrett(1997b) υποθέτοντας ενδογενή προσδιορισμό δασμών μεταξύ των χωρών, προσπαθώντας να μελετήσουν την επίδραση που έχει το εμπόριο στον σχηματισμό και την αποτελεσματικότητα μιας Διεθνούς Περιβαλλοντικής Συμφωνίας. Στο μοντέλο τους υποθέτουν πως κάθε χώρα θέτει έναν ομοιόμορφο δασμό ως προς τις άλλες χώρες

³⁰ Πρέπει να σημειώσουμε πως υπέθεσε ότι η παραγωγική ποσότητα των επιχειρήσεων είναι θετικός αριθμός, ενώ περιόρισε και τις επιλογές των χωρών για abatement, όπου $q^n = 0$ και $q^c = 1$.

ανεξαρτήτως εάν είναι μέλη της συμφωνίας ή όχι. Οι συγγραφείς χωρίζουν την ανάλυση τους σε δύο περιπτώσεις με την πρώτη να θεωρεί ότι οι χώρες είναι υπό καθεστώς αυτάρκειας, δίχως να υπάρχει η πιθανότητα διεθνών εμπορικών συναλλαγών και την δεύτερη να θεωρεί πως οι χώρες είναι ανοικτές οικονομίες.

Τα στάδια που εξελίσσεται το κάθε παίγνιο είναι πέντε. Στο πρώτο στάδιο οι χώρες διαλέγουν εάν θα συμμετάσχουν στην συμφωνία, ενώ στο δεύτερο και τρίτο διαλέγουν διαδοχικά τα μέλη και οι χώρες εκτός συμφωνίας τα αντίστοιχα επίπεδα *abatement*. Στο τέταρτο στάδιο στην περίπτωση της κλειστής οικονομίας οι εγχώριες επιχειρήσεις παράγουν και πωλούν τα ομοιογενή προϊόντα τους, ενώ στην περίπτωση της ανοικτής οικονομίας οι χώρες επιβάλλουν τους άριστους δασμούς. Το τελευταίο στάδιο υπάρχει για την περίπτωση που διεξάγεται εμπόριο μεταξύ των χωρών, με τις επιχειρήσεις να ανταγωνίζονται σε εγχώριες και διεθνείς αγορές, δεχόμενες τους εισαγωγικούς δασμούς των αντισυμβαλλόμενων χωρών.

Στην περίπτωση της κλειστής οικονομίας οι επιχειρήσεις αναλαμβάνουν πλήρως το κόστος του εγχώριου *abatement*, με την συνάρτηση κοινωνικής ευημερίας να ισούται με το άθροισμα του πλεονάσματος του παραγωγού και του καταναλωτή συν την καθαρή ωφέλεια από την μείωση των ρύπων της χώρας (*abatement*).

$$SW^c = PS + CS + NB$$

Μεγιστοποιώντας την συνάρτηση κοινωνικής ευημερίας κάθε χώρας προκύπτει πως είναι απαραίτητο να υπάρχει μια ελάχιστη ρήτρα συμμετοχής στην συμφωνία ώστε μια χώρα μέλος της ΔΠΣ να μειώνει περισσότερο τις εκπομπές της από μια χώρα εκτός ΔΠΣ, εάν ισχύει μια σχέση. Αν ισχύει δηλαδή, ότι ο σταθερός ρυθμός αύξησης του οριακού άμεσου κόστους για *abatement* της χώρας ξεπερνά τον σταθερό ρυθμό της οριακής μεταβολής της ευημερίας V^A της χώρας.³¹ Με άλλα λόγια, η επίτευξη της ελάχιστης ρήτρας συμμετοχής σε μια συμφωνία είναι απαραίτητη προϋπόθεση, διότι αν ο συνασπισμός των χωρών που την υπέγραψαν είναι πολύ μικρός τα μέλη του θα ασκούν ασθενέστερη περιβαλλοντική πολιτική συγκριτικά με τις χώρες εκτός αυτού, επομένως η αυτό-επιβολή μπορεί να μην υφίσταται για την ΔΠΣ.³²

Στην περίπτωση που υπάρχουν συναλλαγές μεταξύ των χωρών η κοινωνική ευημερία θα ισούται με την παραπάνω, σε αντίστοιχα μεγέθη, συν το κέρδος από την πώληση του προϊόντος σε ξένες αγορές και τα έσοδα από τη δασμολόγηση.

$$SW^o = PS + CS + NB + \Pi_f + RT$$

Από την μεγιστοποίηση της ευημερίας προκύπτει ο άριστος δασμός που θέτει κάθε χώρα, οποίος θα είναι θετικός στην ισορροπία. Ο λόγος που οι χώρες υποβάλλουν θετικό δασμό είναι ότι τα έσοδα από την δασμολόγηση αντισταθμίζουν την απώλεια στο

³¹ Ως ευημερία V^A αναφέρουμε το άθροισμα του πλεονάσματος του παραγωγού και του καταναλωτή μείον την καθαρή ωφέλεια από το *abatement*.

³² Ο ρόλος της ελάχιστης ρήτρας συμμετοχής διαφέρει σε σχέση με άλλα άρθρα που είτε υποστηρίζουν ότι μεγιστοποιεί το αναμενόμενο παγκόσμιο πλεόνασμα (Black, Levi, and de Meza, 1993) είτε τα εκ των υστέρων κέρδη (Carraro, Marchiori, and Orefice, 2003).

πλεόνασμα του καταναλωτή, κάτι το οποίο δεν συνέβαινε στην ανάλυση του Barrett(1997b). Εξηγώντας αναλυτικότερα, το πλεόνασμα του καταναλωτή θα μειωθεί, όταν θέτει μια χώρα θετικό δασμό, εξαιτίας της αύξησης στην τιμή του προϊόντος, η οποία όμως δεν επηρεάζεται σημαντικά από μια μεταβολή του δασμού ($\frac{dP(Q)}{dQ} * \frac{\partial Q}{\partial T} < 1$). Έτσι, τα έσοδα από την δασμολόγηση για την χώρα καλύπτουν την μείωση στο πλεόνασμα του καταναλωτή.

Οι ισορροπίες για τις δυο περιπτώσεις ως προς την δομή του συνασπισμού που δημιουργείται ακολουθούν την συνθήκη της εξωτερικής σταθερότητας, ενώ οι συγγραφείς ορίζουν ως μέτρο αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας ενός συνασπισμού την απόλυτη αποτελεσματικότητα, δηλαδή το παγκόσμιο επίπεδο του abatement στην ισορροπία.

Η επίδραση του εμπορίου στην διεθνή περιβαλλοντική συμφωνία χωρίζεται σε τέσσερις επιδράσεις: εισόδου, επιπέδου, διαρροής(leakage) και δασμού. Η επίδραση της εισόδου χαρακτηρίζεται από την είσοδο στην αλλοδαπή αγορά μιας ημεδαπής επιχείρησης, ενώ αυτή του επιπέδου από την αύξηση του προϊόντος της ημεδαπής επιχείρησης στην αλλοδαπή αγορά λόγω του αυξημένου ανταγωνισμού. Επιπλέον, η επίδραση της διαρροής αναφέρεται στο γεγονός πως η ημεδαπή χώρα αυξάνει το επίπεδο του abatement με αποτέλεσμα να μειώνεται το αντίστοιχο στην αλλοδαπή λόγω μετανάστευσης των ρύπων από την πρώτη στη δεύτερη. Τέλος, η επίδραση του δασμού αναφέρει ότι η αύξηση του δασμού στην εγχώρια αγορά μιας χώρας οδηγεί τις αλλοδαπές επιχειρήσεις σε μείωση των εξαγωγών τους σε αυτήν την αγορά.

Οι συγγραφείς συγκρίνουν τις τέσσερις επιδράσεις, απομονώνοντας τις ξεχωριστά κάθε μία, υπό το πρίσμα της κλειστής και ανοικτής οικονομίας για να βρουν το πρόσημο που θα έχουν στην ΔΠΣ. Οι επιδράσεις της εισόδου και του δασμού³³ θα ωφελούν το παγκόσμιο abatement ή την απόλυτη αποτελεσματικότητα μιας ΔΠΣ, δεδομένου ότι ο αριθμός των μελών μιας ΔΠΣ είναι σταθερός. Από την μεριά της εισόδου αυτό συμβαίνει διότι το οριακό κόστος για μείωση των ρύπων μειώνεται όταν υπάρξει εμπόριο μεταξύ των κρατών, ενώ η οριακή ωφέλεια μένει ίδια. Από την μεριά του ο δασμός θα έχει και αυτός θετικό πρόσημο διότι πρώτον, η υποβολή του από την μια χώρα μειώνει την ανταγωνιστικότητα των ξένων επιχειρήσεων στην εγχώρια αγορά και δεύτερον, ο δασμός είναι ικανός να βοηθήσει μια χώρα να αντιμετωπίσει το ανταγωνιστικό της μειονέκτημα λόγω της αυστηρής περιβαλλοντικής της πολιτικής.

Όσον αφορά τις επιδράσεις του επιπέδου και της διαρροής θα μειώνουν το παγκόσμιο επίπεδο abatement ή θα ζημιώνουν την απόλυτη αποτελεσματικότητα μιας συμφωνίας, δεδομένου πάλι ότι το μέγεθος του συνασπισμού είναι σταθερό. Αυτό συμβαίνει γιατί από την πλευρά του επιπέδου, ο ανταγωνισμός μεταξύ των επιχειρήσεων οδηγεί σε αύξηση του προϊόντος στις αγορές με αποτέλεσμα να αυξάνεται και η παραγωγή του

³³ Ο δασμός που θέτει κάθε μέλος μεγιστοποιεί την δικιά του, ατομική, συνάρτηση ευημερίας και όχι την συλλογική ευημερία του συνασπισμού. Σε αντίθεση, λοιπόν, με το άρθρο του Barrett(1997) ο δασμός δεν χρησιμοποιείται ως ένα μέσο κύρωσης προκειμένου να διατηρηθεί ή να αυξηθεί το συλλογικό επίπεδο του abatement ούτε της συμμετοχής στην συμφωνία.

υποπροϊόντος της ρύπανσης. Από την πλευρά της η διαρροή, αν είναι έντονη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο αύξησης της συμμετοχής στον συνασπισμό προκειμένου να υπάρξει ισχυρότερη αντιμετώπιση της. Αντίθετα όμως οι συγγραφείς απέδειξαν πως θα έχει αρνητική έκφραση στην αποτελεσματικότητα της συμφωνίας. Αυτό συμβαίνει διότι λόγω του ανταγωνιστικού μειονεκτήματος που έχουν τα μέλη του συνασπισμού, μια μείωση στο επίπεδο του abatement από τον συνασπισμό θα κυριαρχήσει της αύξησης του abatement των χωρών εκτός αυτού, με αποτέλεσμα να μειωθεί το παγκόσμιο abatement. Συμπεραίνουμε, δηλαδή, ότι η συνολική επίδραση του εμπορίου σε μια ΔΠΣ θα έχει θετικό πρόσημο εάν υπερτερούν οι επιδράσεις εισόδου και δασμού έναντι των επιδράσεων επιπέδου και διαρροής, ενώ θα έχει αρνητικό πρόσημο αν συμβαίνει το αντίθετο.

Οι Dong και Zhao(2009) σύγκριναν την περίπτωση της μετάβασης από το καθεστώς της κλειστής οικονομίας σε ένα καθεστώς εμπορίου με δασμούς χρησιμοποιώντας μια μεγάλη συνάρτηση ζήτησης και μια μικρή. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης έδειξαν πως όταν το μέγεθος της αγοράς είναι μεγάλο, το καθεστώς της αυτάρκειας οδηγεί σε μεγαλύτερο συνασπισμό και αποτελεσματικότερη παγκόσμια μείωση των ρύπων, καθώς οι επιδράσεις του επιπέδου και της διαρροής υπερεισχύουν και αυξάνονται οι χώρες στο υπόδειγμα (N). Αντίθετα όταν το μέγεθος της αγοράς είναι μικρό για ένα εύρος χωρών(N=[12,26]) το καθεστώς εμπορίου με δασμούς θα αυξάνει την συμμετοχή στην συμφωνία και θα δημιουργεί αποτελεσματικότερη παγκόσμια περιβαλλοντική πολιτική, όταν οι επιδράσεις του δασμού και της εισόδου επικρατούν.

Ένα ακόμη άρθρο που χρησιμοποιεί την δασμολογική πολιτική ως μέτρο για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών εξωτερικοτήτων είναι αυτό των Finus και Rundshagen(2000), με την διαφορά ότι υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης των επιχειρήσεων σε όποια χώρα επιθυμούν. Δηλαδή οι επιχειρήσεις μπορούν να μεταναστεύσουν ή να παραμείνουν στην χώρα τους, με την επιλογή τους να εξαρτάται από την δασμολογική και περιβαλλοντική πολιτική των χωρών του υποδείγματος.

Εδώ προκύπτουν δύο υποθέσεις η pollution-haven-hypothesis και η industrial-flight-hypothesis που εξετάζονται στο υπόδειγμα³⁴. Η πρώτη αναφέρει ότι οι λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες θα θέσουν χαλαρότερη περιβαλλοντική πολιτική για να προσελκύσουν πολυεθνικές εταιρίες, ενώ η δεύτερη ότι, λόγω των περιβαλλοντικών κανονισμών, θα υπάρξει ώθηση ενός αυξανόμενου αριθμού βιομηχανιών εκτός των βιομηχανικά ανεπτυγμένων κρατών, τα οποία κατά αυτόν τον τρόπο μειώνουν τα κόστη παραγωγής τους.³⁵ Η διαφορά των δύο υποθέσεων έχει να κάνει με την διαφορετική προσέγγιση στην συμπεριφορά των κυβερνήσεων και των επιχειρήσεων, όπου στην πρώτη υπόθεση καταλυτικό παράγοντα στην επιλογή τοποθεσίας των επιχειρήσεων παίζει η κυβέρνηση ενώ στην δεύτερη οι επιχειρήσεις.

³⁴ Οι ορισμοί των pollution-haven-hypothesis και industrial-flight-hypothesis προέρχονται από το άρθρο του Albrecht (1998) διότι στην βιβλιογραφία πολλές φορές οι δύο όροι συγχέονται.

³⁵ Η pollution-haven-hypothesis συνδέεται με τον όρο eco-dumping, δηλαδή την στρατηγική της μείωσης του ορίου ρύπανσης από μια χώρα εάν οι επιχειρήσεις έχουν μεταβλητή θέση.

Το υπόδειγμα λύνεται για τις περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται είτε μόνο το όριο του abatement, ως δυνατότητα άσκησης πολιτικής από τις κυβερνήσεις, είτε μόνο ο εισαγωγικός δασμός είτε και τα δύο μαζί. Όμως πριν αναφερθούμε στα αποτελέσματα πρέπει να επισημάνουμε κάποιες υποθέσεις ως προς την δομή του παιγνίου και τον σχηματισμό των συνασπισμών.

Το παίγνιο αποτελείται από τρία κράτη και τρεις επιχειρήσεις και εξελίσσεται σε τέσσερα στάδια, όπου στο πρώτο οι κυβερνήσεις αποφασίζουν αν θα σχηματίσουν συνασπισμό με άλλες χώρες, στο δεύτερο αποφασίζουν είτε συνεργατικά είτε ατομικά το όριο των ρύπων ή/και των δασμών. Στο τρίτο και το τέταρτο στάδιο αποφασίζουν οι επιχειρήσεις την τοποθεσία και την παραγόμενη ποσότητα τους αντίστοιχα. Όσον αφορά το κόστος παραγωγής, είναι τετραγωνικής μορφής και αύξον ως προς τα περιβαλλοντικά στάνταρ ενώ η οριακή περιβαλλοντική ζημία είναι σταθερή. Τα κέρδη της κάθε επιχείρησης μειώνονται με την αύξηση του δασμού που πληρώνει για να εξάγει τα προϊόντα της, με τα έσοδα από τους δασμούς να προστίθενται στην ευημερία της χώρας που τα εισάγει.

Οι χώρες, λοιπόν έχουν την δυνατότητα να υπογράψουν είτε μια FTA ή/και μια IEA είτε μια συνδεδεμένη συμφωνία, με τις πολιτικές και στις τρεις περιπτώσεις να είναι ομοιόμορφες από την μεριά των χωρών του συνασπισμού. Δηλαδή αναφερόμενος στην FTA δεν θα υπάρχουν διακρίσεις στους δασμούς, με τις χώρες-μέλη να βρίσκονται σε ζώνη ελεύθερου εμπορίου, ενώ για τις χώρες που δεν υπέγραψαν θα υπάρχει κοινό εξωτερικό δασμολόγιο που δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τον μέσο όρο των δασμών στην περίπτωση που δεν συνεργάζεται καμία χώρα. Ο σκοπός δημιουργίας κάθε συμφωνίας είναι η αντιμετώπιση των αρνητικών επιδράσεων των υψηλών δασμών ή/και των χαμηλών περιβαλλοντικών ορίων, μέσω του συντονισμού των δράσεων των κυβερνήσεων.

Ο σχηματισμός του συνασπισμού ακολουθεί την ισορροπία διαδοχικού σχηματισμού του συνασπισμού (SFCE)³⁶, όπως τον ανέπτυξε ο Bloch(1995) αλλά με κάποιες βασικές διαφοροποιήσεις από τους συγγραφείς. Το σενάριο-SFCE αναφέρεται σε μια διαδικασία όπου οι αποφάσεις των χωρών για τον σχηματισμό συνασπισμών ακολουθούν μια αλληλουχία κανόνων σύμφωνα με την κατάταξη των προτιμήσεων των χωρών ως προς τα αποτελέσματα του παιγνίου. Δηλαδή μια χώρα, η σειρά της οποίας προκύπτει από κάποιον κανόνα, προτείνει έναν συνασπισμό στον οποίο θέλει να συμμετάσχει. Αν από την μία, καμία χώρα δεν έχει αντίρρηση τότε δημιουργείται ο προτεινόμενος συνασπισμός και συνεχίζεται η διαδικασία, εφόσον έχουν μείνει χώρες που συμφωνούν με την σύσταση συνασπισμού. Αν από την άλλη υπάρξει αντίρρηση από κάποια χώρα, τότε αυτή προτείνει έναν συνασπισμό και η διαδικασία συνεχίζεται. Η διαδικασία αυτή θα συνεχιζόταν επ' άπειρον εφόσον δεν υπέθετε ο Bloch ότι αν δεν συμφωνήσουν οι χώρες με κανένα συνασπισμό θα λάβουν μηδενικό κέρδος.

Παρατηρούμε λοιπόν, ότι δεν μπορεί να υπάρξουν παραπάνω από ένας συνασπισμοί στο υπόδειγμα γιατί τα κράτη είναι τρία. Επίσης εάν υπάρχει ομοφωνία μεταξύ των

³⁶ Sequential Formation Coalition Equilibrium

μελών υπάρχει και σταθερότητα του SFCE, η οποία δεν ακολουθεί τις συνθήκες εσωτερικής και εξωτερικής σταθερότητας.

Στο παρών παίγνιο οι συγγραφείς άλλαξαν την μορφή του SFCE καθώς, δεν υποθέτουν ότι υπάρχει κάποιος σταθερός κανόνας ο οποίος καθορίζει την σειρά των παικτών. Έστω ότι υπάρχει μια διαδικασία εν εξελίξει· ο παίκτης που παίζει, διαλέγει τον επόμενο που θα δεχθεί την πρόταση. Η πρωτοβουλία της κίνησης στο παίγνιο λαμβάνεται τυχαία από την «φύση» η οποία θεωρείται ως παίκτης. Επίσης, θεωρούνε ότι υπάρχει ιστορικό των εκτελούμενων προτάσεων χάρη του οποίου δεν μπορεί κάποιος παίκτης να επαναλάβει κάποια πρόταση, καθιστώντας τον χρόνο πεπερασμένο. Ακόμα, οι στρατηγικές των παικτών δεν είναι στάσιμες, δηλαδή το ιστορικό δεν περιορίζεται μόνο από το εκάστοτε στάδιο της διαπραγματευτικής διαδικασίας, και το πεπερασμένο παίγνιο λύνεται με την οπισθογενή επαγωγή. Η νέα αυτή μορφή λέγεται παίγνιο με διαδοχική κίνηση και ομοφωνία (SMUG)³⁷.

Όπως αναφέραμε παραπάνω το παίγνιο λύνεται για 3 περιπτώσεις. Για την πρώτη περίπτωση προκύπτει ότι, όταν οι χώρες αποφασίζουν ατομικά δεν θα ασκήσουν περιβαλλοντική πολιτική, αν οι επιχειρήσεις μπορούν να μεταναστεύσουν. Το αποτέλεσμα θα είναι να παραμείνει κάθε μια επιχείρηση στην χώρα της. Αυτό θα συμβεί διότι οι χώρες φοβούμενες ότι οι επιχειρήσεις έχουν τάσεις φυγής προς το εξωτερικό, μειώνοντας το κόστος παραγωγής τους, χαμηλώνουν όλο και περισσότερο τα περιβαλλοντικά τους όρια, λόγω του διεθνή ανταγωνισμού των κρατών για προσέλκυση των επιχειρήσεων, με την ισορροπία να καταλήγει σε μηδενικά περιβαλλοντικά όρια. Όμως υποθέτοντας σταθερή θέση των επιχειρήσεων, οι χώρες δεν έχουν αυτόν τον φόβο επομένως θέτουν θετικά περιβαλλοντικά στάνταρ.

Το σκηνικό αλλάζει όταν οι χώρες συνεργάζονται μεταξύ τους ασκώντας αυστηρότερη περιβαλλοντική πολιτική από το status quo, με τον μεγάλο συνασπισμό να πραγματοποιείται μόνο αν οι προτιμήσεις των χωρών είναι ίδιες ως προς την περιβαλλοντικές ζημιές. Εάν οι προτιμήσεις διαφέρουν ενδέχεται να μην υπάρξει κανένας συνασπισμός. Επομένως καταλήγουν σε δυο συμπεράσματα: πρώτον, όταν οι χώρες εμφανίζουν ασυμμετρίες μεταξύ τους δυσχεραίνεται η προσπάθεια τους για συλλογική αντιμετώπιση της περιβαλλοντικής κατάστασης μέσω της υπογραφής μια ΔΠΣ και δεύτερον, όταν υφίσταται ανταγωνισμός μεταξύ των κυβερνήσεων για να φέρουν επιχειρήσεις εντός αυτών, θα συντονιστούν οι περιβαλλοντικές πολιτικές τους μόνο εάν ενδιαφέρονται όλες οι χώρες ειδάλλως μονομερείς αυξήσεις περιβαλλοντικών ορίων δεν ικανοποιούν το στόχο τους.

Προκύπτει ένα πόρισμα από την πρώτη περίπτωση ότι τα περιβαλλοντικά όρια και η συνεργασία είναι σε χαμηλά μεγέθη όταν εμφανίζεται ανταγωνισμός μεταξύ των χωρών για να εγκατασταθούν επιχειρήσεις στην επικράτεια τους, ανεξάρτητα από το αν δρουν συνεργατικά ή όχι τα κράτη, αν και στην ισορροπία οι επιχειρήσεις θα παραμείνουν, εν τέλει, στις χώρες τους. Έτσι το πόρισμα απορρίπτει την λογική της industrial-flight-hypothesis.

³⁷ Sequential Move Unanimity Game

Προχωρώντας στην δεύτερη περίπτωση, οι συγγραφείς βρίσκουν πως όταν οι χώρες δεν συνεργάζονται θα υπάρξει μια προστατευτική πολιτική και στην ισορροπία οι επιχειρήσεις θα τοποθετούνται εντός συνόρων. Ο δασμός θα είναι θετικός, ανεξαρτήτως προτιμήσεων, παρόλο που αυξάνεται με τις περιβαλλοντικές ζημιές μέχρι ενός ορίου. Οι χώρες έχουν την τάση της αύξηση των δασμών για να μεταφέρουν τα κέρδη των επιχειρήσεων εντός συνόρων, καθώς μεγαλώνει η αγορά και μικραίνουν τα κόστη παραγωγής.

Όταν οι χώρες συνεργάζονται, είτε όλες μαζί είτε μια ομάδα αυτών, θα υποβάλλουν χαλαρότερη δασμολογική πολιτική με τους δασμούς, και σε αυτήν την περίπτωση, να ίδιοι τόσο στην υπόθεση της σταθερής θέσης όσο και σε αυτήν της μεταβαλλόμενης θέσης των επιχειρήσεων.³⁸ Επίσης ο μεγάλος συνασπισμός μπορεί να μην πραγματοποιηθεί, μολονότι οι χώρες μπορούν να είναι συμμετρικές ως προς τις περιβαλλοντικές ζημιές τους. Αυτό συμβαίνει επειδή οι χώρες δεν θέλουν να μοιραστούν την ωφέλεια που αποκομίζουν από το ελεύθερο εμπόριο με όλες τις χώρες. Έτσι αν όλες οι χώρες εισέλθουν στην FTA ο ανταγωνισμός μεταξύ των επιχειρήσεων θα είναι μεγαλύτερος οδηγώντας σε μικρότερα κέρδη, ιδίως με τα κόστη παραγωγής και τις περιβαλλοντικές ζημιές να βρίσκονται σε υψηλές τιμές και το μέγεθος της αγοράς να είναι μικρό. Επιπλέον η δημιουργία FTA μεταξύ όλων των χωρών θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη εκπομπή παγκόσμιων ρύπων καθώς αυξάνεται η παραγωγή κάθε χώρας, το οποίο καθιστά ένα ακόμη αντικίνητρο για έναν υπό-συνασπισμό «ευσυνείδητων» κρατών να επεκτείνει το μέγεθος του.

Στην τελευταία περίπτωση στην οποία οι συγγραφείς εξέτασαν την σύνδεση της IEA με την FTA, δημιουργώντας μια συνδεδεμένη συμφωνία, υπάρχει δυνατότητα να ικανοποιηθούν τα μεγαλύτερα περιβαλλοντικά στάνταρ από τις χώρες, ακόμη και όταν η θέση των επιχειρήσεων είναι «φρευστή», υπό την επικουρία ασκήσεως αυστηρότερης δασμολογικής πολιτικής. Πάλι όμως στην ισορροπία η θέση των επιχειρήσεων θα μείνει σταθερή, παρόλο που τα στάνταρ δύναται να μην είναι ίδια για όλα τα κράτη.³⁹ Όσον αφορά το μέγεθος του συνασπισμού αλλά και την παγκόσμια κοινωνική ευημερία, συμπέραναν ότι οι προτιμήσεις ως προς την περιβαλλοντική ζημιά των χωρών είναι αυτές που τις καθορίζουν.

Όπως βλέπουμε στον παρακάτω πίνακα υπάρχουν τρία παραδείγματα που απεικονίζουν τα πιθανά μεγέθη συνασπισμών στην ισορροπία (C*) για διαφορετικές οριακές περιβαλλοντικές ζημιές (d_i), οριακά κόστη παραγωγής (c) και μεγέθη αγοράς (a). Στο πρώτο παράδειγμα το μέγεθος της αγοράς είναι σχετικά μεγάλο ενώ το οριακό κόστος σχετικά μικρό, με τις προτιμήσεις των χωρών να διαφέρουν [όπου (3,0,0) είναι οι τιμές για (d_1, d_2, d_3)]. Εδώ η συμμετοχή στην μικτή συμφωνία είναι πλήρης με την

³⁸ Η θεώρηση ότι, όταν υπάρχει δυνατότητα εγκατάστασης μιας επιχείρησης στο εξωτερικό θα ασκηθεί αυστηρότερη δασμολογική πολιτική από την χώρα, σε σύγκριση με τον δασμό που θα ασκούσε εάν η επιχείρηση είχε σταθερή θέση δεν επιβεβαιώνεται ούτε στην συνεργατική ισορροπία ούτε στην μη συνεργατική. Δηλαδή εκτός από την industrial-flight-hypothesis δεν ισχύει ούτε η tariff-flight-hypothesis.

³⁹ Αυτό το αποτέλεσμα επήλθε από ένα σύνολο προσομοιώσεων, όπως αναφέρουν οι αρθρογράφοι.

επίδραση της FTA να κυριαρχεί της IEA [όπου οι τιμές (1,3,3) δείχνουν το μέγεθος σε κάθε συμφωνία(IEA,FTA,ΜΙΚΤΗ)].

Στο δεύτερο παράδειγμα βλέπουμε πως πάλι υπερνικά το αποτέλεσμα της FTA, για σχετικά μικρότερο μέγεθος αγοράς, μεγαλύτερο κόστος και συμμετρικές χώρες, αλλά σμικρύνοντας τον συνασπισμό. Τέλος στο τρίτο παράδειγμα εμφανίζεται κάτι πρωτόγνωρο στην υπάρχουσα βιβλιογραφία. Για σχετικά ,πάλι, μικρό μέγεθος αγοράς ,μικρό κόστος και ασύμμετρες χώρες, αυξάνεται η συμμετοχή με την σύνδεση των δυο συμφωνιών σε σχέση με την συμμετοχή που θα είχαν εάν απογραφόντουσαν κάθε μία χωριστά.

	α	c	d_i	C^*
Παράδειγμα Συνασπισμού 1	100	10	(3,0,0)	(1,3,3)
Παράδειγμα Συνασπισμού 2	50	30	(3,3,3)	(3,2,2)
Παράδειγμα Συνασπισμού 3	50	10	(3,3,0)	(2,1,2)

Πίνακας 12

Εκ των πραγμάτων ,όμως, δεν καθίσταται απαραίτητο ότι η χρήση δύο διαφορετικών πολιτικών θα οδηγήσει σε καλύτερη αντιμετώπιση του περιβαλλοντικού προβλήματος, καθώς τόσο η συμμετοχή στην συνδεόμενη συμφωνία όσο και η παγκόσμια ευημερία ενδέχεται να μειωθούν[$\sum W_i(s) > \sum W_i(t, s)$].

Σύνδεση Περιβαλλοντικών Θεμάτων με Θέματα Φήμης

Ως περίπτωση σύνδεσης θεμάτων θα μπορούσε να θεωρηθεί το άρθρο των Hoel και Schneider(1997) παρόλο που δεν μοιάζει με την κλασική προσέγγιση της σύνδεσης διαφορετικών συμφωνιών, μιας περιβαλλοντικής με μια μη περιβαλλοντική. Όπως είδαμε προηγουμένως, οι συγγραφείς, δεν σύνδεσαν τις διαπραγματεύσεις μεταξύ διαφορετικών συμφωνιών προκειμένου να αντισταθμιστούν, για παράδειγμα, οι ζημιές της πρώτης με τα οφέλη της δεύτερης, ούτως ώστε η συμμετοχή στον συνασπισμό για τις χώρες που αποκλίνουν από την συμφωνία να γίνει πιο ελκυστική. Εδώ αντιθέτως έχουμε μια περιβαλλοντική συμφωνία για την οποία η αποχή από αυτήν κοστίζει τόσο στο περιβάλλον όσο και στην φήμη των χωρών που δεν συμμετέχουν, αποτελώντας έτσι μια αρνητική εξωτερικότητα για τις χώρες αυτές.

Αναλύοντας το παραπάνω υπόδειγμα και στην αρχή του πρώτου κεφαλαίου της εργασίας, είδαμε πως αυτό το κόστος διαφέρει μεταξύ των χωρών και εξαρτάται από το μέγεθος του συνασπισμού. Δηλαδή καθώς μεγαλώνει το μέγεθος του συνασπισμού αυξάνεται και το μη-περιβαλλοντικό κόστος, οδηγώντας τις χώρες σε υψηλότερο κίνητρο για συνεργασία.

Κοιτώντας από μια άλλη οπτική γωνία την αρνητική εξωτερικότητα (κακή φήμη) του μοντέλου και αλλάζοντας τις υποθέσεις για την μορφή των καμπυλών ωφέλειας και κόστους, μπορούμε να φέρουμε στο προσκήνιο το υπόδειγμα των Cabon-Dhersin και Ramani(2006). Στο άρθρο τους οι συγγραφείς παρουσιάζουν την συνάρτηση κόστους ως γραμμική και την συνάρτηση ωφέλειας με τετραγωνική μορφή (τύπου Barrett, 1994a), ενώ υποθέτουν πως τα μέλη του συνασπισμού θα λαμβάνουν μια θετική εξωτερικότητα (s), κοινή για όλα τα μέλη.

Λύνοντας ένα κλασικό παίγνιο δυο-σταδίων έδειξαν πως η αύξηση της τιμής της μη-περιβαλλοντικής εξωτερικότητας, με δεδομένο τον λόγο της κλίσης του οριακού περιβαλλοντικού κόστους με την οριακή περιβαλλοντική ωφέλεια ($\frac{c}{\omega}$), οδηγεί σε μεγαλύτερο συνασπισμό με αποτέλεσμα την αύξηση των κερδών όλων των χωρών. Ακόμη μπορεί να επιτευχθεί η πλήρης συνεργασία για μεγάλες τιμές του \tilde{s} ⁴⁰.

Το παραπάνω πόρισμα αντιτίθεται στο αποτέλεσμα του Barrett(1994a) ότι η πλήρης συνεργασία δεν είναι σταθερή ισορροπία, παρουσιάζοντας μικρά κέρδη για τους συμμετέχοντες σε σχέση με τους free-riders, με τον σταθερό συνασπισμό να περιλαμβάνει τελικά μόνο τρία μέλη. Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 3(σελ. 6) για $N=[20,100]$ το $n^{**}=3$, το οποίο επιβεβαιώνει η προαναφερθείσα πρόταση για την περίπτωση που ισχύουν οι μεταβιβαστικές πληρωμές. Δηλαδή, προκύπτει πάλι το σύνηθες πρόβλημα της μικρής συμμετοχής σε μια ΔΠΣ που εμφανίζεται στη

⁴⁰ Τα κίνητρα για συμμετοχή στην ΔΠΣ θα έχουν θετική συσχέτιση τόσο με την μη-περιβαλλοντική εξωτερικότητα όσο και με τον λόγο $\frac{2c}{\omega^2}$, εκφραζόμενα από το γινόμενο των δυο μεγεθών ως $\tilde{s} = \frac{2c}{\omega^2} s$.

βιβλιογραφία της μη-συνεργατικής θεωρίας παιγνίων, ακόμη κι όταν επιτρέπονται μεταβιβαστικές πληρωμές.

Στο υπόδειγμα των Cabon-Dhersin και Ramani(2006) το αποτέλεσμα των τριών μελών της συμφωνίας εμφανίζεται όταν δεν υπάρχει εξωτερικότητα. Επομένως παρόλο που η θετική εξωτερικότητα δεν προσδίδει κάποια ετερογένεια μεταξύ των χωρών και δεν λαμβάνονται υπόψιν οι μεταβιβαστικές πληρωμές για να επιτευχθεί επέκταση του συνασπισμού ,όπως συμβαίνει στο άρθρο των Hoel και Schneider(1997), αν αλλαχθούν οι υποθέσεις για την κυρτότητα της αντικειμενικής συνάρτησης καθαρής ωφέλειας τότε θα μπορέσει να ξεπεραστεί το πρόβλημα της μικρής συμμετοχής στην ΔΠΣ, αγγίζοντας ακόμα και την συμμετοχή όλων των χωρών.

Αποτελέσματα

Η τρέχουσα εργασία προσπάθησε να συνοψίσει τα σημαντικότερα άρθρα της βιβλιογραφίας που ασχολούνται με το πρόβλημα της ευστάθειας των ΔΠΣ και επέκτασης της συμμετοχής των, προκειμένου να δημιουργηθούν αυτό-επιβαλλόμενοι, σταθεροί και κερδοφόροι συνασπισμοί χωρών. Καθώς δεν υπάρχει μια υπερεθνική αρχή που να επιβάλλει την τήρηση των περιβαλλοντικών στόχων, οι συνασπισμοί καλούνται να δράσουν συλλογικά για να ασκήσουν την αρμόζουσα περιβαλλοντική πολιτική, ώστε να επέλθει σημαντική μείωση ρυπογόνων εκπομπών αερίων, που καταστρέφουν το παγκόσμιο περιβάλλον.

Όπως διαπιστώνουμε από την βιβλιογραφία της μη-συνεργατική θεωρία παιγνίων η συμμετοχή στον συνασπισμό είτε θα είναι πολύ μικρή (3 χώρες) είτε θα είναι μεγάλη αλλά με τον συνασπισμό να μην είναι αποκτά σημαντικά κέρδη (μεγάλος αλλά ρηχός). Αυτή παραδοχή αποτέλεσε έναυσμα για την υιοθέτηση νέων παραγόντων όσων αφορά την επέκταση της συμμετοχής σε μια συμφωνία, όπως είναι η εφαρμογή μεταβιβαστικών πληρωμών μεταξύ των χωρών και η σύνδεση των διαπραγματεύσεων μιας περιβαλλοντικής συμφωνίας με μία συμφωνία διαφορετικού περιεχομένου (π.χ. εμπορικού, τεχνολογικού κ.α.).

Εξετάζοντας αρχικά την περίπτωση των μεταβιβαστικών πληρωμών είδαμε πως η συνεργασία μπορεί να επεκταθεί είτε μερικώς είτε πλήρως εάν και μόνο αν υπάρξει κάποια μορφή δέσμευσης στο υπόδειγμα (Carraro και Siniscalco ,1993), ενώ το ίδιο θα συμβεί ακόμη κι αν οι χώρες είναι ασύμμετρες σε μεγάλο βαθμό (Petraakis και Xerapadeas, 1996). Η ασυμμετρία (στα οφέλη ή στις ζημιές ή στα κόστη) είναι μια ρεαλιστική υπόθεση καθώς οι χώρες δεν έχουν όλες τα ίδια χαρακτηριστικά, συντελώντας ,έτσι, στην αύξηση της πιθανότητας της χρήσης μεταβιβαστικών πληρωμών μεταξύ των κρατών (Marrouch και Ray Chaudhuri,2016).

Αντίθετα ο Barrett έθεσε σε δεύτερο ρόλο τις πληρωμές για την μερική επέκταση του συνασπισμού υποστηρίζοντας πως, η ισχυρή ασυμμετρία είναι αυτή που δημιουργεί τις προϋποθέσεις για δέσμευση των χωρών ενώ οι μεταβιβαστικές πληρωμές αποτελούν το όχημα που διαμορφώνει τα κέρδη εξαιτίας της αλλαγής των κανόνων (Barrett,2001). Στο ίδιο μήκος κύματος κινήθηκαν οι Fuentes-Albero και Rubio(2010), οι οποίοι βρήκαν ,όπως ο Barrett, θετική σχέση μεταξύ ασυμμετρίας και μεγέθους συνασπισμού, όταν η ετερογένεια των κρατών αναφέρεται σε περιβαλλοντικές ζημιές. Ακολούθως οι Pavinova και de Zeeuw (2013), λαμβάνοντας υπόψιν ταυτόχρονα την ετερογένεια σε περιβαλλοντικές ζημιές και στο όφελος του abatement, απέδειξαν ότι ένας μεγάλος συνασπισμός με λιγότερα αποτελεσματικά μέλη είναι αποτελεσματικός, όταν εκτελούνται πληρωμές, διότι η ασυμμετρία ως προς τα οφέλη μπορεί να μειωθεί.

Την σημαντικότητα των μεταβιβαστικών πληρωμών τόνισαν ,επίσης, οι Biancardi και Villiani (2010), καθώς έδειξαν πως χωρίς αυτές μόνο μικροί συνασπισμοί θα

υπήρχαν ενώ με αυτές υπάρχει δυνατότητα επέκτασης σε πλήρη συνεργασία σύμφωνα με το κριτήριο Hicks-Kaldor. Σε ίδια γραμμή τάχθηκε ο McGinty(2007) εισάγοντας την πλήρη ασυμμετρία στο υπόδειγμα του και σύγκρινε τα αποτελέσματα του με αυτά του Barrett(1997a), εφαρμόζοντας ένα σύστημα μεταβιβαστικών πληρωμών μέσω εμπορεύσιμων αδειών, καταρρίπτοντας το αίνιγμα τόσο των μικρών όσο και των μεγάλων ρηχών συνασπισμών. Επίσης ο McGinty έκανε κριτική στο άρθρο των Hoel και Schneider (1997), οι οποίοι βρήκαν πως υπό καθεστώς μεταβιβαστικών πληρωμών ο συνασπισμός θα είναι μικρότερος και λιγότερο αποτελεσματικός από ότι εάν δεν εφαρμόζοντας αυτές. Υποστήριξε ότι δεν υπάρχει κίνητρο να πληρώσεις χώρες εκτός συνασπισμού για να μειώσουν τους ρύπους τους διότι αν υπήρχε θα είχαν ήδη ενταχθεί κι αυτές στον συνασπισμό.

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας αναπτύχθηκαν άρθρα που εξετάζουν την σύνδεση των διαπραγματεύσεων μιας περιβαλλοντικής συμφωνίας με μια άλλη συμφωνία(π.χ. τεχνολογική, εμπορική, κ.α.).Η ουσία της σύνδεσης αυτής έχει να κάνει με την αντιστάθμιση των καθαρών οφελών του δημοσίου αγαθού (περιβαλλοντική σύμβαση) με τα καθαρά οφέλη ενός αγαθού λέσχης (club good), προκειμένου να εξαιρεθεί το πρόβλημα της «τραγωδίας των κοινών».

Αρχικά αναφέραμε άρθρα που συνδέουν στο μοντέλο τους μια περιβαλλοντική με μια τεχνολογική συμφωνία, με τους Carraro και Marchiori (2004) να δίνουν ενδογενώς την δυνατότητα απόφασης για σύνδεση ή όχι. Οι συγγραφείς έδειξαν ότι αν τα οφέλη από το δημόσιο αγαθό, προερχόμενα από ένα συνασπισμό με μεγάλη συμμετοχή, είναι υψηλά τότε οι χώρες πιθανότατα θα υπογράψουν την σύνθετη συμφωνία. Αντίθετα όμως, αποτελέσματα είχε ο Barrett(2006) αναπτύσσοντας ένα διαφορετικό υπόδειγμα, δυο συμφωνιών, που συνδυάζει μια συμφωνία E&A με μια συμφωνία υιοθέτησης πρωτοποριακής τεχνολογίας. Το πόρισμα του είναι πως μια τέτοια σύνδεση δεν θα είναι καλύτερη από μια καθαρή περιβαλλοντική συμφωνία, τόσο ως προς το μέγεθος του συνασπισμού όσο και ως προς την εκπομπή των ρύπων του, εκτός εάν η τεχνολογία αυτή παρουσιάζει αυξημένες αποδόσεις κλίμακας. Παρόλα αυτά όμως αν το κόστος υιοθέτησης της τεχνολογίας δεν είναι σταθερό αλλά διαφέρει με το επίπεδο της E&A, μια σύνθετη συμφωνία θα αυξήσει την συμμετοχή και την ευημερία των μελών (Hoel και de Zeeuw,2010).

Στην συνέχεια εξετάσαμε την σύνδεση μιας περιβαλλοντικής και μιας εμπορικής συμφωνίας, με τον Barrett(1997b) να καταλήγει ότι θα αυξηθεί το μέγεθος του συνασπισμού λόγω της σύνδεσης αρκεί οι εμπορικές κυρώσεις να ακολουθούνται από μια ελάχιστη ρήτρα συμμετοχής. Αμφίβολο θα είναι το αποτέλεσμα στην ισορροπία, όσον αφορά την αύξηση της συμμετοχής στην σύμβαση, μολονότι ο δασμός θα είναι θετικός, σύμφωνα με τους Dong και Zhao (2009). Οι συγγραφείς υπέθεσαν ότι η απόφαση της επιλογής του επιπέδου του δασμού λαμβάνεται ενδογενώς στο υπόδειγμα, σε αντίθεση με του Barrett που υπέθεσε είτε περίπτωση ελεύθερης αγοράς είτε πλήρης απαγόρευσης εμπορίου. Από την άλλη, όμως, οι Finus και Rundshagen (2000) υποστήριξαν ότι η σύνδεση μπορεί ενδεχομένως να μειώσει τόσο την

συνεργασία όσο και την ευημερία των μελών, όταν οι χώρες δρουν στρατηγικά με σκοπό να δελεάσουν τις επιχειρήσεις.

Τέλος, παρουσιάσαμε δυο άρθρα που εμπεριέχουν στο υπόδειγμα τους μια περιβαλλοντική συμφωνία της οποίας οι χώρες αντιμετωπίζουν μια εξωτερικότητα που αντικατοπτρίζει την φήμη της χώρας αυτής. Στο άρθρο των Hoel και Schneider(1997) η εξωτερικότητα είναι αρνητική, διαφέροντας από χώρα σε χώρα, την οποία υφίστανται οι χώρες που αποστατούν από την συμφωνία. Αντίθετα, στο άρθρο των Cabon-Dhersin και Ramani(2006) η εξωτερικότητα είναι θετική ,κοινή για όλες τις χώρες που συμμετέχουν στον συνασπισμό. Το αποτέλεσμα από την σύγκριση των δυο παραπάνω άρθρων, δείχνει πως αν μεταβάλλουμε τις υποθέσεις του υποδείγματος ως προς την μονοτονία των συναρτήσεων της καθαρής ωφέλειας, ο συνασπισμός θα μπορούσε να επιτύχει και την πλήρη συνεργασία, μολονότι η θετική εξωτερικότητα είναι κοινή μεταξύ των χωρών και δεν εκτελούνται μεταβιβαστικές πληρωμές ,όπως συμβαίνει στο άρθρο των Hoel και Schneider(1997).

Αναφορές

- Albrecht, Johan. "Environmental Regulation, Comparative Advantage and the Porter Hypothesis." Working Paper No. 59.98, Milan: Fondazione Eni Enrico Mattei, 1998.
- Barrett, S.1994a. "Self-enforcing international environmental agreements", Oxford Economic Papers, 46, 878–94.
- Barrett,S.1995."Trade Restrictions in International Environmental Agreements". London: London Business School.
- Barrett, S. 1997a. "Heterogeneous International Agreements". In: International Environmental Negotiations: Strategic Policy Issues. Ed. by C. Carraro. Edward Elgar. 9–25.
- Barrett, S. 1997b. "The Strategy of Trade Sanctions in International Environmental Agreements". Resource and Energy Economics. 19(4): 345–361.
- Barrett, S. 2001. "International Cooperation for Sale". European Economic Review. 45(10): 1835–1850.
- Barrett, S. 2006. "Climate Treaties and "Breakthrough" Technologies". American Economic Review Papers & Proceedings. 96(2): 22–25.
- Biancardi, M. and G. Villani. 2010. "International Environmental Agreements with Asymmetric Countries". Computational Economics. 36(1): 69–92.
- Black, J., M. D. Levi, and D. De Meza. 1993. "Creating a Good Atmosphere: Minimum Participation for Tackling the 'Greenhouse Effect'". *Economica*. 60: 281–293.
- Bloch, F. 1996. "Sequential Formation of Coalitions in Games with Externalities and Fixed Payoff Division". *Games and Economic Behavior*. 14(1): 90–123.
- Cabon-Dhersin, M. L. and S. Ramani. 2006. "Can Social Externalities Solve the Small Coalitions Puzzle in International Environmental Agreements". *Economics Bulletin*. 17(4): 1–8.
- Carraro, C., J. Eyckmans, and M. Finus. 2006. "Optimal Transfers and Participation Decisions in International Environmental Agreements". *The Review of International Organizations*. 1(4): 379–396.

- Carraro, C. and C. Marchiori. 2004. “Endogenous Strategic Issue Linkage in International Negotiations”. In: *Game Practice and the Environment*. Ed. by C. Carraro and V. Fragnelli. Edward Elgar. 65–86.
- Carraro, C., C. Marchiori and S. Orefice, 2003, “Endogenous Minimum Participation in International Environmental Treaties”, FEEM working paper No.113
- Carraro, C. and D. Siniscalco. 1991. “Strategies for the International Protection of the Environment”. Discussion Paper 568, Centre for Economic Policy Research, London.
- Carraro, C. and D. Siniscalco. 1993. “Strategies for the International Protection of the Environment”. *Journal of public Economics*. 52(3): 309–328.
- Carraro, C. and D. Siniscalco. 1995. “R&D Cooperation and the Stability of International Environmental Agreements (No. 1154)”. CEPR Discussion Papers.
- Carraro, C. and D. Siniscalco. 1997. “R&D Cooperation and the Stability of International Environmental Agreements”. In: *International Environmental Negotiations*. Ed. by C. Carraro. Edward Elgar.
- Cesar, H. and A. de Zeeuw. 1994. “Issue Linkage in Global Environmental Problems”. Paper Presented at the FEEM-IMOP workshop on ‘Market Structure and Environmental Policy’, Athens, 14–16 January 1994.
- Chander, P., Tulkens, H., 1994. A core-theoretic solution for the design of cooperative agreements on transfrontier pollution. *International Tax and Public Finance* 2, 279-293
- D’Aspremont, C. A., J. Jacquemin, J. Gabszewicz, and J. A. Weymark. 1983. “On the Stability of Collusive Price Leadership”. *Canadian Journal of Economics*. 16: 17–25.
- Diamantoudi, E. and E. S. Sartzetakis. 2002. “International Environmental Agreements: The Role of Foresight”. *Economics Working Papers* 2002–10, School of Economics and Management, University of Aarhus
- Diamantoudi, E. and E. S. Sartzetakis. 2006. “Stable International Environmental Agreements: An Analytical Approach”. *Journal of public economic theory*. 8(2): 247–263.
- Dong, D. and X. Zhao. 2009. “International Environmental Agreement Formation and Trade”. *Asia-Pacific Journal of Accounting & Economics*. 16(3): 339–356.

- Elster, J. (1989), ‘Social Norms and Economic Theory’, *Journal of Economic Perspectives* **3**, 99–117.
- Eyckmans, J., Finus, M., 2004. An almost ideal sharing scheme for coalition games with externalities, Center for Economic Studies, KULeuven, Working Paper Series no. 2004-14.
- Finus, M. 2001. *Game Theory and International Environmental Cooperation*. Edward Elgar.
- Finus, M. 2003. “Stability and Design of International Environmental Agreements: The Case of Transboundary Pollution”. In: *The International Yearbook of Environmental and Resource Economics 2003-04*. Ed. by H. Folmer and T. Tietenberg. Edward Elgard. 82–158.
- Finus, M. and B. Rundshagen. 2000. “Strategic Links Between Environmental and Trade Policies if Plant Location is Endogenous”. *Diskussionsbeitrag Nr. 283 Fernuniv., Fachbereich Wirtschaftswiss.*
- Finus, M. and B. Rundshagen. 2001. “Endogenous Coalition Formation in Global Pollution Control”. *Nota di Lavoro 43.2001*, Milan, Italy: Fondazione Eni Enrico Mattei.
- Finus, M. and B. Rundshagen. 2003. “How the Rules of Coalition Formation Affect Stability of International Environmental Agreements”. *Nota di Lavoro 62.2003*, Milan, Italy: Fondazione Eni Enrico Mattei.
- Folmer, H., van Mouche, P. and Ragland, S. 1993. “Interconnected games and international environmental problems”. *Environmental Resource Economics*, **3**, 313-335.
- Fuentes-Albero, C. and S. J. Rubio. 2010. “Can International Environmental Cooperation be Bought?” *European Journal of Operational Research*. **202(1)**: 255–264.
- Glanemann, N. 2012 . “Can international environmental cooperation be bought: Comment” *International Max Planck Research School on Earth System Modelling and Department of Economics, Hamburg University, Von-Melle-Park 5, 20146 Hamburg, Germany*.
- Hoel, M. 1992. “International Environmental Conventions: The Case of Uniform Reductions of Emissions”. *Environmental and Resource Economics*. **2**: 141–159.
- Hoel, M. and A. de Zeeuw. 2010. “Can a Focus on Breakthrough Technologies Improve the Performance of International Environmental Agreements?” *Environmental and Resource Economics*. **47(3)**: 395–406.

- Hoel, M. and K. Schneider. 1997. “Incentives to Participate in an International Environmental Agreement”. *Environmental and Resource Economics*. 9(2): 153–170.
- Marrouch, W. and A. Ray Chaudhuri. 2016. “International Environmental Agreements: Doomed to Fail or Destined to Succeed? A Review of the Literature”. *International Review of Environmental and Resource Economics*, 2015, 9: 245–319.
- McGinty, M. 2007. “International Environmental Agreements Among Asymmetric Nations”. *Oxford Economic Papers*. 59: 45–62.
- Pavlova, Y. and A. de Zeeuw. 2013. “Asymmetries in International Environmental Agreements”. *Environment and Development Economics*. 18(01): 51–68.
- Petrakis, E. and A. Xepapadeas. 1996. “Environmental Consciousness and Moral Hazard in International Agreements to Protect the Environment”. *Journal of Public Economics*. 60(1): 95–110.
- Rubio, J. S. and B. Casino. 2001. “International Cooperation in Pollution Control”. Working Papers. Serie AD 2001-21, Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, S.A. (Ivie).
- Rubio, S. J. and A. Ulph. 2006. “Self-enforcing International Environmental Agreements Revisited”. *Oxford Economic Papers*. 58(2): 233–263.