

Επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στη ζωή στο Πλανήτη. Πως τις αξιολογούμε.

(Του Φάνη Γέμτου)*

Οι επιπτώσεις των δραστηριοτήτων μας στο περιβάλλον αποκτούν συνεχώς μεγαλύτερο ενδιαφέρον καθώς η σχετική ευαισθησία μας αυξάνεται. Επί πλέον ο περιορισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι κρίσιμο στοιχείο επιβιώσής μας στο πλανήτη καθώς η κλιματική αλλαγή απειλεί την ύπαρξή μας. Επομένως χρειαζόμαστε κάποιο τρόπο αξιολόγησης της κάθε δράσης. Η αξιολόγηση είναι κρίσιμο στοιχείο κάθε προόδου παρ' όλο που στη χώρα δεν αρέσει σε πολλούς. Ίσως η άρνηση της συστηματικής αξιολόγησης κάθε δράσης μας οδηγεί να αλλάζουμε πολιτικές κάθε φορά που αλλάζει κάθε υπουργός. Όλα ξαναρχίζουν από την αρχή και οι πόροι που ξοδεύτηκαν πάνε χαμένοι και αυτό συνεχίζεται.

Όταν γίνεται μια ενέργεια πρέπει να εκτιμηθεί τι επιπτώσεις έχει στο περιβάλλον καθώς και στη κατανάλωση φυσικών πόρων. Αυτό πρέπει να αποτυπωθεί σε δείκτες που εκφράζουν το αποτέλεσμα ώστε να μπορούν να συγκριθούν με άλλες. Με τον τρόπο αυτό επιλέγονται οι δράσεις με τα καλύτερα αποτελέσματα ή αλλάζουν οι ενέργειες που έχουν τις περισσότερες αρνητικές επιπτώσεις και έτσι επιτυγχάνεται η πρόοδος.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί πολλές μέθοδοι ανάλυσης και έχουν προταθεί διάφοροι δείκτες για αξιολόγηση δράσεων και προϊόντων. Η οικονομική ανάλυση και το οικονομικό ισοζύγιο είναι περισσότερο γνωστά στο ευρύ κοινό. Έχουν αναπτυχθεί ενεργειακά ισοζύγια και δείκτες ενεργειακής αποτελεσματικότητας. Ειδικότερα στη γεωργία χρησιμοποιούνται δείκτες χρήσης λιπασμάτων ή νερού κλπ. Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί μια σειρά

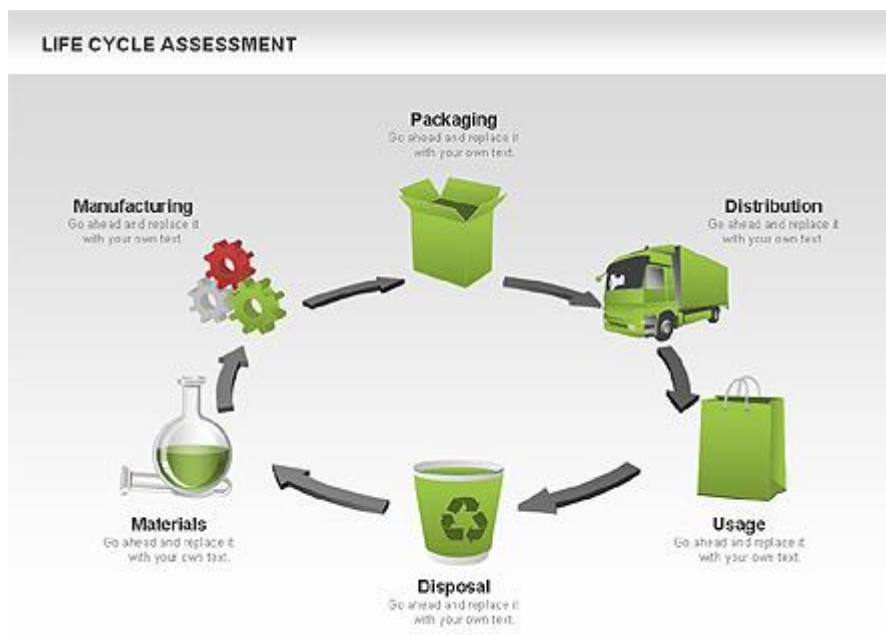
περισσότερο ολιστικών εκτιμήσεων για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις δράσεων που δίνουν μια συνολική εκτίμηση των επιπτώσεων. Αυτές στηρίζονται στη τυποποίηση 14000 του ISO. Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) είναι ένας οργανισμός που προτείνει στην αγορά πρότυπα που σε εθελοντική βάση υιοθετούνται. Το ISO 14001 τυποποιεί προγράμματα περιβαλλοντικής διαχείρισης επιχειρήσεων. Αποτέλεσμα όλων των δράσεων για την αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (AKZ- Life Cycle Assessment) ενός προϊόντος ή μιας διαδικασίας παραγωγής.

Η AKZ είναι μια μέθοδος αποτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων όλης της ζωής ενός προϊόντος. Είναι ένα σύνολο ερευνητικών εργαλείων για την εκτίμηση όλων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη διαδικασία παραγωγής ενός προϊόντος ή γενικότερα μιας διαδικασίας για ολόκληρη τη διάρκεια της «ζωής» ενός προϊόντος. Επιτυγχάνεται με τη παρακολούθηση του προϊόντος από την «γέννηση» μέχρι την «ταφή» (from cradle to the grave) δηλαδή από την εξόρυξη και παραγωγή των πρώτων υλών, τη βιομηχανοποίηση, τη παραγωγή τελικού προϊόντος, την χρήση μέχρι και την τελική του διάθεση στο περιβάλλον. Για να γίνει κατανοητό αυτό θα δώσω ένα παράδειγμα για τη χρήση ενός τρακτέρ που κάνει μια γεωργική εργασία πχ τη σπορά σιταριού. Το τρακτέρ αποτελείται από διάφορα υλικά όπως μέταλλα, πλαστικά κλπ. Για το κάθε υλικό παρακολουθείται η διαδικασία παραγωγής του δηλαδή από την εξόρυξη του μεταλλεύματος για τα μέταλλα ή του πετρελαίου για τα πλαστικά μέχρι τη παραγωγή του τελικού προϊόντος που είναι πχ το κράμα που χρησιμοποιείται στις βαλβίδες του κυλίνδρου. Στη συνέχεια εκτιμάται η μεταποίηση του στο τελικό προϊόν, ο συνδυασμός του με όλα τα υπόλοιπα για να δημιουργηθεί το τρακτέρ. Το

τρακτέρ μεταφέρεται στην αγορά και τελικά στο αγρόκτημα του αγρότη όπου χρησιμοποιείται καταναλώνοντας πετρέλαιο, λιπαντικά, ανταλλακτικά κλπ για τις διάφορες εργασίες του αγροκτήματος. Με το τελείωμα της οικονομικής ζωής του το τρακτέρ θα οδηγηθεί σε κάποιο χώρο ανακύκλωσης ενώ κάποια υλικά του θα πάνε σε χωματερή. Όλα αυτά τα βήματα της συνολικής ζωής του τρακτέρ καταγράφονται και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον εκτιμώνται για να αναλυθούν και να δώσουν μια σειρά από δείκτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Φυσικά για κάθε εργασία στο αγρόκτημα επιμερίζεται η συνολική επιβάρυνση του τρακτέρ για τις ώρες χρήσης για την εργασία.

Στη παραγωγή ενός γεωργικού προϊόντος παρακολουθείται η διαδικασία παραγωγής του συνήθως είτε μέχρι το πόρτα του αγροκτήματος είτε μέχρι το πιάτο του καταναλωτή. Εδώ επομένως έχουμε να μελετήσουμε όλο το εξοπλισμό και το μερίδιο των επιπτώσεων που θα κατανεμηθεί στη κάθε εργασία και όλες τις εισροές και να αναλύσουμε τις επιπτώσεις στο περιβάλλον αν περιοριστούμε στη πόρτα του αγροκτήματος ή θα μελετήσουμε και τη διαδρομή από το χωράφι, στην μεταποίηση και την αγορά μέχρι το μαγείρεμα για να φτάσει στο πιάτο του καταναλωτή. Όπως είναι προφανές μελετάμε όλες τις διαδικασίες και έχουμε τελικά δείκτες που μας δείχνουν τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον.

Η AKZ είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, μας δίνει μια σειρά από δείκτες που μας επιτρέπει αξιολόγηση διαδικασιών και προϊόντων. Σε αυτά θα αναφερθώ σε επόμενο σημείωμα.



Δείκτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Η προσέγγιση της μεθοδολογίας της AKZ παρακολουθεί όλη τη ζωή ενός προϊόντος. Η χρήση της στον υπολογισμό των διαφόρων αποτυπωμάτων θεωρείται πιο ολοκληρωμένη, σε

σχέση με τον υπολογισμό των αποτυπωμάτων χωρίς να ληφθούν υπόψη οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από το σύνολο των δραστηριοτήτων για την παραγωγή ενός προϊόντος. Το αποτέλεσμα μιας μελέτης που βασίζεται στη μεθοδολογία της AKZ συμπεριλαμβάνει τις επιπτώσεις από όλα τα στάδια της παραγωγικής ζωής ενός προϊόντος, τη χρήση του προϊόντος, το τέλος ζωής του και εκφράζεται με σειρά δεικτών.

Αποτύπωμα άνθρακα (CF- AA) είναι το συνολικό ποσό του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και άλλων αερίων του θερμοκηπίου (π.χ. μεθάνιο, οξείδια του αζώτου, κ.λπ.) που παράγονται σε όλη τη διάρκεια της εφοδιαστικής αλυσίδας για την παραγωγή ενός προϊόντος. Οι εκπομπές αυτές προκαλούνται από τη παραγωγή των υλικών που χρησιμοποιούνται για τη παραγωγή του προϊόντος (μηχανήματα, εφόδια, ενέργεια) λαμβάνοντας υπόψη όλες τις διαδικασίες από τη παραγωγή των πρώτων υλών, μέχρι το τέλος ζωής τους, όπως ανακύκλωση, τελική απόθεση κλπ.

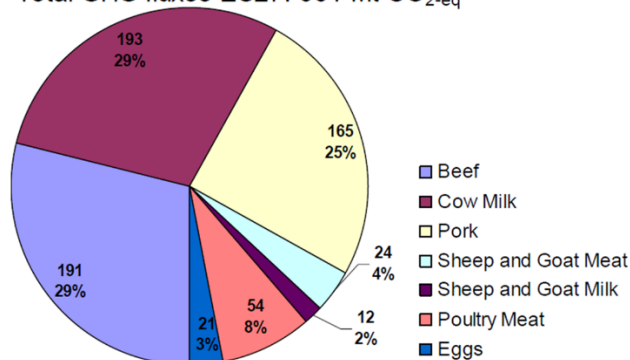
Το αποτύπωμα άνθρακα εκτιμάται ποσοτικά ως το δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη από τα αέρια που παράγονται, για μια χρονική περίοδο, όπως ως π.χ. 100 χρόνια στη κλιματική αλλαγή. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC είναι η επιτροπή του ΟΗΕ για τη κλιματική αλλαγή) έχει ορίσει το δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη για εκπομπές διαφορετικών αερίων του θερμοκηπίου για τα επόμενα 100 χρόνια ως ισοδύναμα ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα όπως φαίνονται στο πίνακα:

Ουσία	Ισοδυναμία με διοξείδιο του άνθρακα
Διοξείδιο του άνθρακα	1
Μεθάνιο	25
Οξειδία του αζώτου	298

Δηλαδή μια ποσότητα μεθανίου είναι 25 φορές πιο επιβλαβής από το διοξείδιο του άνθρακα ενώ τα οξειδία του αζώτου 289. Η κάθε ουσία μετατρέπεται σε ισοδύναμη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα και προστίθενται για να δώσουν ένα ενιαίο δείκτη που εκφράζει τη γενική επίδραση στο κλίμα από τη παραγωγή του προϊόντος.

Το διοξείδιο του άνθρακα παράγεται άμεσα από την αναπνοή όλων των οργανισμών αλλά και από τις καύσεις πετρελαίου κλπ. Το μεθάνιο παράγεται κυρίως από τα στομάχια των μηρυκαστικών και τη καλλιέργεια ρυζιού ενώ τα οξειδία του αζώτου από διάφορες πηγές (πχ μηχανές εσωτερικής καύσης) αλλά και από τη διαχείριση των αζωτούχων λιπασμάτων στη γεωργία. Η κτηνοτροφία θεωρείται ο μεγαλύτερος παράγων για τη παραγωγή μεθανίου για αυτό πολλοί θεωρούν ότι η κατανάλωση κρέατος έχει πολλές αρνητικές επιπτώσεις όπως συμβολή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου ενώ για να πραχθεί 1 κιλό κρέας χρειαζόμαστε 3,5 κιλά τροφής για το χοιρινό και 7 για τα μηρυκαστικά (αρνιά, μοσχάρια). Επομένως μείωση της κατανάλωσης θα έχει πολλαπλές θετικές επιπτώσεις.

Total GHG fluxes EU27: 661 Mt CO₂-eq



Αποτύπωμα νερού (WF AN) είναι στενά συνδεδεμένο με το συνολικό όγκο νερού που έχει χρησιμοποιηθεί, καταναλωθεί και/ή ρυπανθεί για τη παραγωγή ενός προϊόντος. Εκφράζεται ως ο όγκος νερού που απαιτείται για να παραχθεί μια μονάδα προϊόντος (m^3/t), ως ο όγκος νερού το χρόνο (m^3/yr) για μια καθορισμένη περιοχή (π.χ., χώρα, επαρχία, λεκάνη απορροής) και ως ο όγκος νερού που απαιτείται για να «αραιωθούν» οι ρύποι ώστε να φτάσουν στο επιτρεπτό ή επιθυμητό επίπεδο ρύπανσης. Το WF ενός προϊόντος είναι το αποτέλεσμα της ποσοτικοποίησης τριών υδατικών στοιχείων : του μπλε, πράσινου και γκρι νερού.

Μπλε υδατικό αποτύπωμα (m^3/t) : αφορά στην κατανάλωση νερού από επίγειες συγκεντρώσεις νερού (λίμνες, ποτάμια) και από υπόγειους υδροφορείς. Ουσιαστικά είναι το νερό που ποτίζουμε.

Πράσινο υδατικό αποτύπωμα (m^3/t): αφορά στην κατανάλωση νερού της βροχής

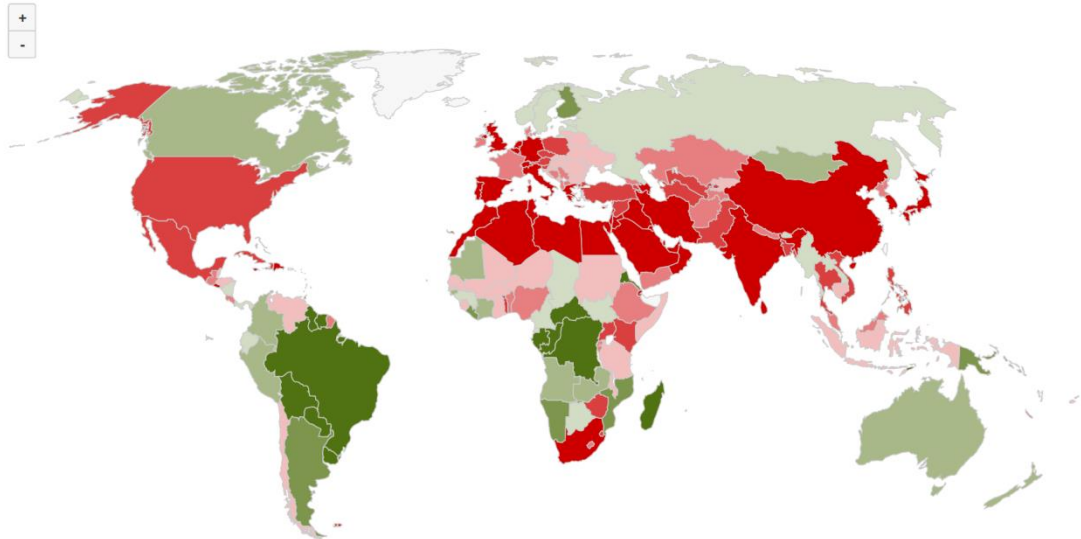
Γκρι υδατικό αποτύπωμα (m^3/t): αφορά στον όγκο νερού που απαιτείται για την αραίωση των ρυπαντών στο νερό, ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή ποιότητα νερού.

Τι σημαίνει αυτό; Από όλα τα χημικά που προσθέτουμε στο έδαφος ένα τμήμα απορροφάται από τα φυτά ή αδρανοποιείται στο έδαφος και ένα τμήμα εξατμίζεται. Ότι περισσεύει κάποια στιγμή είτε εκπλύνεται προς τα υπόγεια ύδατα είτε μεταφέρεται με το νερό που απορρέει στα επιφανειακά νερά. Και στις δύο περιπτώσεις προκαλεί

ρύπανση (πχ νιτρορρύπανση) . Για κάθε ρύπο υπάρχει ένα ανεκτό όριο. Πχ για τα νιτρικά που όλοι γνωρίζουμε υπάρχει ένα όριο 50 χιλιοστά του γραμμαρίου ανά λίτρο νερού. Το γκρι υδατικό αποτύπωμα εκφράζει τη ποσότητα του νερού που πρέπει να προσθέσουμε για να εξασφαλίσουμε ότι η ρύπανση του νερού είναι κάτω από το επιτρεπτό όριο.

Οι δύο δείκτες μας δίνουν σημαντικά στοιχεία για τις επιπτώσεις κάθε δράσης μας και φυσικά βάση σύγκρισης μεταξύ τους.

Το οικολογικό αποτύπωμα εκτιμά την επιφάνεια του Πλανήτη που κάθε κάτοικος χρειάζεται για να καλύψει τις ανάγκες τους και να απορροφήσει το διοξείδιο του άνθρακα που παράγει η διαβίωσή του. Για να πάρουμε μια εικόνα πως εκτιμούνται οι δείκτες αυτοί θα δώσω περισσότερα στοιχεία όσο πιο συνοπτικά γίνεται. Για κάθε χώρα το δίκτυο υπολογίζει το αποτύπωμα με βάση τις εισαγωγές και εξαγωγές της χώρας. Στο παγκόσμιο χάρτη φαίνονται οι χώρες με το οικολογικό αποτύπωμα τους. Με κόκκινο είναι οι χώρες με αποτύπωμα πάνω από 150% όπου 100% εκφράζει τις δυνατότητες του πλανήτη. Η χώρα μας είναι κάπου στο 178% και είναι στο βαθύ κόκκινο. Δηλαδή ζούμε πολύ πάνω από τις δυνατότητες του Πλανήτη. Το έντονο πράσινο είναι κάτω του 50% και τα ανοιχτότερα χρώματα όπως το ροζ από 100-150% και το ανοιχτό πράσινο από 50-100%. Οι χώρες στο κόκκινο εκμεταλλεύονται τις χώρες με πράσινο για να φτάσουμε τη μέρα ισορροπίας κάπου τον Αύγουστο κάθε χρόνο που είναι προφανώς απαράδεκτο.



Έχει ενδιαφέρον ότι μια μεγάλη πράσινη περιοχή είναι στη Βραζιλία. Είναι το οικοσύστημα του Αμαζονίου που είναι ο μεγαλύτερος πνεύμονας της Γης. Το σύστημα αυτό πρέπει να διατηρηθεί αλλά οι πιέσεις των κατοίκων να μετατρέψουν το δάσος σε καλλιεργούμενες εκτάσεις είναι μεγάλη. Είναι προφανές ότι θα έπρεπε όλοι μας να μοιραστούμε το κόστος διατήρησης αλλά τέτοιες συμφωνίες είναι δύσκολες όταν ηγέτες μεγάλων χωρών προτιμούν να ενισχύουν τα στενά συμφέροντά τους αντί να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Ευτυχώς άλλες μεγάλες χώρες όπως η ΕΕ αλλά και η Κίνα αποφάσισαν να πρωτοστατήσουν στη λήψη των αναγκαίων μέτρων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι πρωτοπόρος Παγκόσμια στη λήψη μέτρων για αποτροπή της κλιματικής αλλαγής αλλά και τη προώθηση της προστασίας του περιβάλλοντος και της αειφορικής και βιώσιμης ανάπτυξης. Έχει ήδη θέσει στόχους για μείωση του αποτυπώματος άνθρακα αλλά και να επιτύχει μια οικονομία μηδενικού άνθρακα μέχρι το 2050.

Αυτοί οι στόχοι δεσμεύουν όλους μα να συμβάλουμε στην επιτυχία τους. Θα πρέπει να αλλάξουμε τους τρόπους μας για να μειώσουμε τη σπατάλη, να αυξήσουμε την ανακύκλωση των αποβλήτων μας και οι αγρότες να ακολουθήσουν μεθόδους παραγωγής που να συντηρούν το φυσικό πόρο έδαφος που η κοινωνία μας ανέθεσε να συντηρούμε, να μειώνουν τη κατανάλωση ενέργειας και φυσικών πόρων που δεν αφθονούν όπως πχ το φωσφόρο, να περιορίσουμε τις εισροές, να αυξήσουμε την οργανική ουσία του εδάφους για να μειώσουμε το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας, να αξιοποιήσουμε κάθε απόβλητο ή υπόλειμμα και γενικότερα να πάρουμε κάθε μέτρο που θα οδηγήσει σε μια αειφορική ή βιώσιμη γεωργία.

Για να πάρετε μια καλύτερη εικόνα, το οικολογικό αποτύπωμα εκτιμάται με βάση επί μέρους αποτυπώματα όπως:

Το **αποτύπωμα εκτάσεων βοσκής** (Grazing land footprint) που μετράει τη ζήτηση εκτάσεων για βοσκή για την εκτροφή ζώων για παραγωγή κρέατος, γαλακτοκομικών προϊόντων και προϊόντων από δέρμα και μαλλί.

Το **αποτύπωμα των δασικών προϊόντων** (Forest product footprint) που μετράει τη ζήτηση για εκτάσεις δασών για την παραγωγή ξυλείας, καυσίμου, χαρτοπολτού και τα προϊόντα ξυλείας.

Το **αποτύπωμα των αλιευτικών πεδίων** (Fishing grounds footprint) μετράει τη ζήτηση για θαλάσσια και εσωτερικά υδάτινα οικοσυστήματα που απαιτούνται για την ανανέωση των αλιευόμενων θαλασσινών και την υποστήριξη των υδατοκαλλιεργειών.

Το **αποτύπωμα της καλλιεργούμενης έκτασης** (Cropland footprint) μετρά τη ζήτηση γης για παραγωγή τροφίμων και φυτικών ινών, ζωοτροφών για ζώα, καλλιέργειες ελαιολάδου και καουτσούκ.

Το **αποτύπωμα της γης για υποδομές** (Built-up land footprint) μετράει τη ζήτηση για βιολογικά παραγωγικές εκτάσεις που καλύπτονται από τις υποδομές που χρειάζονται για τη διαβίωσή μας όπως των δρόμων, των κατοικιών και των βιομηχανικών δομών.

Το **αποτύπωμα άνθρακα** (Carbon footprint) μετρά τις εκπομπές άνθρακα από την καύση ορυκτών καυσίμων και τη παραγωγή τσιμέντου. Αυτές οι εκπομπές μετατρέπονται σε δασικές εκτάσεις που απαιτούνται για την απορρόφηση των εκπομπών που δεν απορροφώνται από τους ωκεανούς. Το κάθε είδος δάσους απορροφά διαφορετικά ποσά διοξειδίου του άνθρακα ανάλογα με το βαθμό ανθρώπινης διαχείρισης, τον τύπο και την ηλικία του. Στην εκτίμηση λαμβάνονται υπόψη οι εκπομπές δασικών πυρκαγιών και η δημιουργία και η απώλεια του εδάφους (με την οργανική ουσία που περιέχουν).

Ο συνδυασμός όλων των πιο πάνω αποτυπωμάτων οδηγεί στην εκτίμηση τη οικολογικού αποτυπώματος. Σημειώνω ότι το οικολογικό αποτύπωμα της ΕΕ των 28 αυξήθηκε από 1,6 δισεκατομμύριο απαιτούμενα εκτάρια το 1961 σε 2,3 δισεκατομμύρια εκτάρια το 2016. Μια αύξηση πάνω από 40% η οποία πρέπει να αναστραφεί.

Τα πιο πάνω δίνουν μια εικόνα πως μπορούμε να αξιολογήσουμε τις επιπτώσεις μιας διαδικασίας παραγωγής αλλά και των γενικών επιπτώσεων στο πλανήτη. Αυτό μας δίνει δυνατότητα επιλογών που θα βοηθήσουν στη προστασία του πλανήτη.



* Γέμτος Φάνης, ομότιμος καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας