



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ
ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Βρυξέλλες, 13.3.2019
COM(2019) 142 final

ANNEXES 1 to 2

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

της

**ΕΚΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ
ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ**

**για την κατάσταση της επέκτασης της παραγωγής των σχετικών καλλιεργειών
τροφίμων και ζωοτροφών σε παγκόσμιο επίπεδο**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΕ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΜΕ ΥΨΗΛΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΑΝΘΡΑΚΑ

Πεδίο εφαρμογής

Η επισκόπηση αυτή που διενεργήθηκε από το Κοινό Κέντρο Ερευνών της Επιτροπής παρέχει γενική θεώρηση και συνοψίζει τα πιο σημαντικά πορίσματα της επιστημονικής βιβλιογραφίας σχετικά με την επέκταση των περιοχών καλλιέργειας βασικών γεωργικών προϊόντων σε εκτάσεις με υψηλά αποθέματα άνθρακα, όπως ορίζονται στην οδηγία RED II.

Σόγια

Υπάρχει μόνο μία αξιολογημένη από ομοτίμους μελέτη που υπολογίζει την αποψίλωση των δασών που οφείλεται στη σόγια σε παγκόσμια κλίμακα και καλύπτει χρονικό πλαίσιο που περιλαμβάνει την αποψίλωση δασών μετά το 2008. Οι [Henders κ.ά. 2015] ξεκίνησαν με μετρήσεις βάσει GIS της κατ' έτος αποψίλωσης των δασών σε όλες τις τροπικές περιοχές, την οποία απέδωσαν σε διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της επέκτασης της σόγιας και του φοινικέλαιου, σύμφωνα με εμπειριστατωμένη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για την περιοχή (η ανασκόπηση περιγράφεται στις Συμπληρωματικές Πληροφορίες τους). Ωστόσο, τα δεδομένα τους καλύπτουν μόνο την περίοδο 2000-2011.

Εκτίμηση του JRC για το ποσοστό αποψίλωσης των δασών στη Βραζιλία από την επέκταση της σόγιας			
	Αμαζόνιος	Cerrado	υπόλοιπη Βραζιλία
% της επέκτασης της σόγιας στη Βραζιλία το 2008-17	11 %	46 %	44 %
% επέκτασης στο δάσος	5 %	14 %	3 %
ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΒΡΑΖΙΛΙΑΣ επέκτασης στο δάσος	8,2 %		

Δεδομένης της έλλειψης μελετών με πρόσφατα δεδομένα σε παγκόσμια κλίμακα, συνδυάστηκαν τα δεδομένα από τη Βραζιλία, άλλες χώρες της Νότιας Αμερικής και τον υπόλοιπο κόσμο. Όσον αφορά τη Βραζιλία, τα δεδομένα σχετικά με την επέκταση της σόγιας από το 2008 λήφθηκαν από τη βάση δεδομένων IBGE-SIDRA της Βραζιλίας και συνδυάστηκαν με δεδομένα για την επέκταση σε δασικές περιοχές στην περιοχή Cerrado [Gibbs κ.ά. 2015], με υπολογισμό του μέσου όρου για την περίοδο 2009-13 στην περιοχή του Αμαζονίου [Richards κ.ά.]¹ και στην υπόλοιπη Βραζιλία [Agroicone 2018]. Είχε ως αποτέλεσμα σταθμισμένο μέσο όρο επέκτασης σε δάση 10,4 %: το στοιχείο αυτό συνδυάστηκε με τα στοιχεία από την Αργεντινή, την Παραγουάη, την Ουρουγουάη και τη Βολιβία και τον υπόλοιπο κόσμο, ως εξής:

¹ Σύμφωνα με τους [Gibbs κ.ά. 2015, σχήμα 1] το μέσο ποσοστό επέκτασης της σόγιας σε δάση στον Αμαζόνιο το 2009-2013 ήταν ~2,2 %. Δεδομένα για το 2008 δεν περιλαμβάνονται καθώς το σχέδιο για την πρόληψη και τον έλεγχο της αποψίλωσης των δασών στον Αμαζόνιο (PPCDAa) της κυβέρνησης της Βραζιλίας που προβλέπεται στον νόμο περί δασών της Βραζιλίας, το οποίο ακολουθήθηκε από δραστική μείωση της αποψίλωσης του Αμαζονίου, δεν είχε εφαρμοστεί ακόμη. Η εκτίμηση των [Gibbs κ.ά. 2015] χρησιμοποίησε την επίσημη βάση δεδομένων PRODES για την αποψίλωση των δασών, η οποία χρησιμοποιήθηκε επίσης για την παρακολούθηση της συμμόρφωσης με τον νόμο PPCDAa. Ωστόσο, οι [Richards κ.ά. 2017] παρατήρησαν ότι από το 2008, η βάση δεδομένων PRODES αποκλίνει ολοένα και περισσότερο από άλλους δείκτες απώλειας δασών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι χρησιμοποιείται για την επιβολή του νόμου: όσοι αποψιλώνουν δάση έχουν μάθει να αποψιλώνουν μικρές εκτάσεις ή να δραστηριοποιούνται σε περιοχές που δεν παρακολουθούνται από το σύστημα PRODES. Χρησιμοποιώντας δεδομένα από την εναλλακτική βάση δεδομένων για την παρακολούθηση των δασών GFC, οι [Richards κ.ά. 2017] δείχνουν (στις συμπληρωματικές πληροφορίες τους) ότι από το 2008 η βάση δεδομένων PRODES υποεκτιμά την αποψίλωση των δασών κατά έναν μέσο συντελεστή 2,3 σε σχέση με τη βάση δεδομένων GFC. Τα δεδομένα από δασικές πυρκαγιές επιβεβαιώνουν τις διακυμάνσεις ανά έτος που αναφέρει η βάση δεδομένων GFC όσον αφορά τις περιοχές αποψίλωσης και όχι αυτές που αναφέρει η βάση δεδομένων PRODES.

Εκτίμηση του JRC για το μέσο ποσοστό επέκτασης της σόγιας σε δάση στη Λατινική Αμερική					
2008-2017	Βραζιλία	Αργεντινή	Παραγουάη	Ουρουγουάη	Βολιβία
% επέκτασης της σόγιας στη Λατινική Αμερική	67 %	19 %	7 %	5 %	2 %
% σε δάση	8,2 %	9 %	57 %	1 %	60 %
Μέσο % σε δάση για τη Λατινική Αμερική	14 %				
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ ΤΟΥ % ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΣΟΓΙΑΣ ΣΕ ΔΑΣΗ					
Ποσοστό της παγκόσμιας επέκτασης της σόγιας στη Λατινική Αμερική	53 %				
Συναγόμενο % επέκτασης σε δάση στον υπόλοιπο κόσμο	2 %				
Παγκόσμιος μέσος όρος του ποσοστού επέκτασης της σόγιας σε δάση	8 %				

Για άλλες χώρες της Λατινικής Αμερικής, τα μόνα ποσοτικά δεδομένα περιέχονται στο [Graesser κ.ά. 2015], οι οποίοι μέτρησαν την επέκταση όλων των αροτραίων καλλιεργειών σε δάση. Για τις υπόλοιπες χώρες παγκοσμίως, όπου παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες επεκτάσεις της σόγιας από το 2008, δηλ. την Ινδία, την Ουκρανία, τη Ρωσία και τον Καναδά, βρέθηκαν λίγα αποδεικτικά τεκμήρια άμεσης αποψίλωσης των δασών λόγω της καλλιέργειας σόγιας. Ως εκ τούτου, όσον αφορά τις υπόλοιπες χώρες παγκοσμίως, συνάχθηκε χαμηλό ποσοστό επέκτασης στα δάση, ύψους 2 %. Κατά συνέπεια, ο παγκόσμιος μέσος όρος του ποσοστού επέκτασης της σόγιας υπολογίστηκε στο 8 %.

Σύγκριση με άλλες πρόσφατες ανασκοπήσεις

Τα περισσότερα δεδομένα σχετικά με την αποψίλωση των δασών της σόγιας προηγούνται χρονικά της αναστολής που επέβαλε η Βραζιλία όσον αφορά τη σόγια το 2008 και συνεπώς δεν σχετίζονται με την παρούσα εκτίμηση.

Η ανασκόπηση που ανατέθηκε από την Επιτροπή Μεταφορών και Περιβάλλοντος [Malins 2018] περιέχει προσεκτική εξέταση των περιφερειακών δεδομένων για την επέκταση και την αποψίλωση των δασών λόγω της σόγιας και καταλήγει στο συμπέρασμα ότι *τουλάχιστον* το 7 % της παγκόσμιας επέκτασης λόγω της σόγιας από το 2008 έγινε σε δασικές εκτάσεις. Ωστόσο, χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά έτη για τα ποσοστά επέκτασης της σόγιας και τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των [Agricone 2018] και [Richards κ.ά. 2017] δεν χρησιμοποιήθηκαν.

Η ανασκόπηση που ανατέθηκε από τη Sofiproteol [LCAworks 2018] περιλαμβάνει επίσης εξέταση της βιβλιογραφίας της περιοχής για την αποψίλωση των δασών λόγω της σόγιας στον κόσμο από το 2006-2016. Καταλήγει στο συμπέρασμα ότι το 19 % της παγκόσμιας επέκτασης της σόγιας έχει γίνει σε δάση. Ωστόσο, η πηγή της εκτίμησης αυτής σχετικά με την επέκταση σε δάση στην «υπόλοιπη Βραζιλία» είναι ασαφής, και σε ορισμένες περιπτώσεις οι «φυσικές εκτάσεις» εξισώνονται με τις δασικές. Επιπλέον, κατά τον υπολογισμό των μέσων όρων, σταθμίζονται τα δεδομένα της περιοχής για τη σόγια με τη συνολική περιφερειακή παραγωγή σόγιας και όχι με την περιοχή της επέκτασής της. Επομένως, το 19 % δεν μπορεί να θεωρηθεί ιδιαίτερα αξιόπιστο.

Η Agricone συνέταξε έγγραφο για την Επιτροπή που παραθέτει μη δημοσιευμένο έργο της Agrosatelite του 2018 το οποίο δείχνει τεράστια μείωση του ποσοστού των δασών όσον αφορά την επέκταση της σόγιας στην περιοχή Cerrado (ειδικά στο τμήμα Matipoba) το 2014-17, από 23 % το 2007-14 σε 8 % το 2014-17.

Φοινικέλαιο

Με χρήση δείγματος φυτειών παραγωγής φοινικέλαιου βάσει δορυφορικών δεδομένων, οι [Vijay κ.ά. 2016] εκτίμησαν το ποσοστό επέκτασης του φοινικέλαιου σε δάση από το 1989 έως το 2013 και ανέφεραν τα αποτελέσματα ανά χώρα. Κατά τον καθορισμό των εν λόγω εθνικών μέσων όρων σε σχέση με τις αυξήσεις στις εθνικές εκτάσεις συγκομιδής φοινικέλαιου από το 2008 έως το 2016, σύμφωνα με τη μελέτη προέκυψε ότι, σε παγκόσμιο επίπεδο, **45 %** της επέκτασης της καλλιέργειας φοινικέλαιου αφορούσε εκτάσεις οι οποίες το 1989 ήταν δασικές.

Τα συμπληρωτικά δεδομένα των [Henders κ.ά. 2015] απέδωσαν κατά μέσο όρο 0,43 εκατομμύρια εκτάρια (Mha)/έτος της παρατηρούμενης αποψίλωσης δασών στην επέκταση του φοινικέλαιου για την περίοδο 2008-11. Αυτό αντιστοιχεί στο **45 %** της εκτιμώμενης αύξησης των εκτάσεων με φυτείες παραγωγής φοινικέλαιου παγκοσμίως για την εν λόγω περίοδο².

Σε παγκόσμια μελέτη για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, οι [Cuypers κ.ά. 2013] απέδωσαν την υπολογισθείσα αποψίλωση σε διαφορετικούς παράγοντες, όπως η υλοτομία, η βόσκηση και

² Δεδομένα για τις εκτάσεις συγκομιδής είναι διαθέσιμα για όλες τις χώρες. Εντούτοις, οι εκτάσεις αυτές είναι μικρότερες από τις φυτεμένες εκτάσεις, καθώς τα νεαρά φοινικόδεντρα δεν καρποφορούν. Παρ' όλα αυτά, η αναλογία της *αύξησης* των φυτεμένων εκτάσεων προς τις εκτάσεις συγκομιδής εξαρτάται επίσης από την έκταση-ποσοστό των νεαρών φοινικόδεντρων λόγω επαναφύτευσης. Αυξήσεις στις φυτεμένες εκτάσεις διαπιστώθηκαν σύμφωνα με τα εθνικά στατιστικά στοιχεία της Ινδονησίας και της Μαλαισίας και συνδυάστηκαν με τις προσαρμοσμένες αυξήσεις των εκτάσεων συγκομιδής στις υπόλοιπες χώρες παγκοσμίως.

διάφορες καλλιέργειες, σε εθνικό επίπεδο. Τα αποτελέσματά τους δείχνουν ότι, μεταξύ 1990 και 2008, το 59 % της επέκτασης του φοινικέλαιου συνδεόταν με αποψίλωση δασών.

Σύγκριση περιφερειακών μελετών για την Ινδονησία και τη Μαλαισία

Εκτιμώμενο ποσοστό επέκτασης σε δάση						
	έτη	Μαλαισία		Ινδονησία		Υπόλοιπος κόσμος
% παγκόσμιας επέκτασης του φοινικέλαιου το 2008-15	2008-15	15 %		67 %		17 %
		Χερσόνησος της Μαλαισίας	Μαλαισιανό τμήμα της νήσου Βόρνεο	Ινδονησιακό τμήμα της νήσου Βόρνεο	Υπόλοιπη Ινδονησία	
% εθνικής επέκτασης το 2008-15	2008-15	19 %	81 %	77 %	23 %	
Gaveau κ.ά. 2016	2010-15		75 %	42 %		
Abood κ.ά. 2015	2000-10			>36 %		
SARvision 2011	2005-10		52 %			
Carlson κ.ά. 2013	2000-10			70 %		
Gunarso κ.ά. 2013	2005-10	>6 %				
Gunarso κ.ά. 2013	2005-10	47 %		37-75 %		
Austin κ.ά. 2017	2005-15			>20 %		
Vijay κ.ά. 2016	2013	40 %		54 %		13 %
Vijay κ.ά. 2016	2013	45 %				

Οι [Abood κ.ά. 2015] διαπίστωσαν ότι η αποψίλωση 1,6 εκατομμυρίων εκταρίων δάσους στην Ινδονησία μεταξύ 2000 και 2010 πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο παραχωρήσεων που έγιναν σε βιομηχανίες παραγωγής φοινικέλαιου. Αυτό αντιπροσωπεύει το 36 % της συνολικής επέκτασης της φυτεμένης έκτασης για την παραγωγή φοινικέλαιου κατά την εν λόγω περίοδο, σύμφωνα με στοιχεία της κυβέρνησης της Ινδονησίας.

Για το ίδιο χρονικό διάστημα, οι [Carlson κ.ά. 2013] υπολόγισαν μεγαλύτερο % αποψίλωσης: 1,7 Mha απώλειας δάσους λόγω παραχωρήσεων για την παραγωγή φοινικέλαιου στο ινδονησιακό τμήμα της νήσου Βόρνεο· περίπου 70 % της επέκτασης των εκτάσεων συγκομιδής στην περιοχή [Malins 2018]. Σε μεταγενέστερη μελέτη, οι [Carlson κ.ά. 2018] αναφέρουν απώλεια 1,84 Mha δάσους λόγω παραχωρήσεων για την παραγωγή φοινικέλαιου στο ινδονησιακό τμήμα της νήσου Βόρνεο και 0,55 Mha στη Σουμάτρα, για το διάστημα 2000-2015.

Η [SARvision 2011] διαπίστωσε ότι από το 2005 έως το 2010 αποψιλώθηκαν 865 χιλιάδες εκτάρια δάσους εντός των ορίων περιοχών γνωστών παραχωρήσεων για την παραγωγή φοινικέλαιου στο Σαραουάκ, την επαρχία της Μαλαισίας στη νήσο Βόρνεο όπου σημειώνεται η μεγαλύτερη επέκταση λόγω του φοινικέλαιου. Αυτό αντιστοιχεί περίπου στο ήμισυ της αύξησης της έκτασης συγκομιδής για την παραγωγή φοινικέλαιου κατά το εν λόγω χρονικό διάστημα³.

³ Δεν ήταν δυνατή η εύρεση δεδομένων για φυτεμένες περιοχές όσον αφορά την εν λόγω περιοχή και χρονική περίοδο.

Οι [Gaveau κ.ά. 2016] κατέγραψαν την επικάλυψη μεταξύ της αποψίλωσης και της επέκτασης βιομηχανικών (δηλαδή όχι μικρών) φυτειών παραγωγής φοινικέλαιου στη νήσο Βόρνεο, ανά χρονικά διαστήματα 5 ετών από το 1990 έως το 2015. Επισημαίνουν ότι στο μεγαλύτερο μέρος τους οι φυτείες παραγωγής φοινικέλαιου στη νήσο Βόρνεο ήταν δάσος το 1973· τα ποσοστά αποψίλωσης είναι μικρότερα όταν περιορίζεται ο χρόνος καθυστέρησης μεταξύ της αποψίλωσης και της φύτευσης φοινικόδεντρων. Τα αποτελέσματά τους δείχνουν ότι για τις βιομηχανικές φυτείες παραγωγής φοινικέλαιου στο ινδονησιακό τμήμα της νήσου Βόρνεο, το ~42 % της επέκτασης από το 2010 έως το 2015 πραγματοποιήθηκε σε εκτάσεις που μόλις πέντε χρόνια νωρίτερα ήταν δασικές· για το μαλαισιανό τμήμα της νήσου Βόρνεο το ποσοστό ανερχόταν σε ~75 %. Στην αξιολόγηση εφαρμόστηκε ένας πιο περιορισμένος ορισμός του δάσους από αυτόν της οδηγίας RED2, ο οποίος λαμβάνει υπόψη μόνο τα δάση με συγκόμωση άνω του 90 % και εξαιρεί τα δευτερογενή δάση (δηλαδή τα δάση και τους θάμνους που έχουν αναπτυχθεί εκ νέου ύστερα από ιστορική εκχέρσωση ή πυρκαγιά).

Σε μεταγενέστερη δημοσίευση, οι [Gaveau κ.ά. 2018] δείχνουν ότι για την περίοδο 2008-17, στο ινδονησιακό τμήμα της νήσου Βόρνεο, το 36 % της επέκτασης των βιομηχανικών φυτειών (88 % των οποίων αφορούσαν το φοινικέλαιο) πραγματοποιήθηκε σε αρχέγονα δάση που εκχερσώθηκαν το ίδιο έτος, ενώ στο μαλαισιανό τμήμα της νήσου Βόρνεο ο μέσος όρος ήταν 69 %. Στο ινδονησιακό τμήμα της νήσου Βόρνεο, το ποσοστό αποψίλωσης των δασών από φυτείες σε διαφορετικά έτη συσχετίζεται έντονα με την τιμή του ακατέργαστου φοινικέλαιου κατά την προηγούμενη περίοδο, ενώ στο μαλαισιανό τμήμα της νήσου Βόρνεο ο συσχετισμός ήταν ασθενέστερος, γεγονός που δείχνει μακροπρόθεσμο κεντρικό σχεδιασμό της αποψίλωσης των δασών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ποσοστό επέκτασης του φοινικέλαιου έχει μειωθεί μετά την κορύφωση που σημειώθηκε το 2009-12, ενώ το μέρος αυτού που αφορά δασικές εκτάσεις παρέμεινε σταθερό.

Οι [Gunarso κ.ά. 2013] ανέλυσαν την αλλαγή στην εδαφοκάλυψη που συνδέεται με την επέκταση του φοινικέλαιου στην Ινδονησία και τη Μαλαισία στη στρογγυλή τράπεζα για το αειφόρο φοινικέλαιο (Roundtable on Sustainable Palm Oil-RSPO). Οι τελευταίες αλλαγές που αναφέρουν αφορούν τις εκτάσεις φοινικόδεντρων που φυτεύτηκαν μεταξύ του 2005 και του 2010. Δείχνουν το % της εν λόγω περιοχής που υπαγόταν σε διάφορες κατηγορίες χρήσης γης το 2005. Προσθέτοντας τις κατηγορίες που *αναμφίβολα* πληρούν τον ορισμό του δάσους στην οδηγία, προέκυψε ελάχιστο ποσοστό 37 % για την επέκταση σε δάση σε ολόκληρη την Ινδονησία. Ωστόσο, άλλες κατηγορίες χρήσης γης που αναφέρθηκαν περιλαμβάνουν τις θαμνώδεις εκτάσεις (που είναι κατά κύριο λόγο υποβαθμισμένες δασικές εκτάσεις, σύμφωνα με το έγγραφο), και αυτό ανταποκρίνεται επίσης εν γένει στον ορισμό της οδηγίας για τα δάση. Πρόκειται για μεγάλη κατηγορία στην Ινδονησία, καθώς τα δάση κοντά στις φυτείες συχνά υποβαθμίζονται από πυρκαγιές πριν την επέκταση της φυτείας στις εν λόγω εκτάσεις. Ο υπολογισμός των προηγούμενων αυτών τύπων χρήσης γης ως δασών (όπως ενδεχομένως ήταν το 2000), αυξάνει το συνολικό % της αποψίλωσης δασών για την Ινδονησία το διάστημα 2005-10 σε περίπου 75 %, επιβεβαιώνοντας περίπου τα ευρήματα του [Carlson 2013].

Για τη Μαλαισία, οι [Gunarso κ.ά. 2013] αναφέρουν ότι από το 2006-10, το 34 % της επέκτασης του φοινικέλαιου πραγματοποιήθηκε απευθείας σε δάση. Ωστόσο, ανέφεραν επίσης σημαντική επέκταση σε «γυμνό έδαφος» το 2006 και θεώρησαν ότι μέρος αυτού ήταν γυμνό επειδή μετατράπηκε από δάσος. Από τις συμπληρωματικές πληροφορίες τους, συνάγεται ότι πάνω από το ένα τρίτο του γυμνού εδάφους το 2006 ήταν δάσος έξι χρόνια νωρίτερα, γεγονός που δείχνει ότι είναι πιθανόν να ήταν δάσος που εκχερσώθηκε για φύτευση. Η συμπερίληψη αυτών των δασικών εκτάσεων θα ανεβάσει το ποσοστό της επέκτασης του φοινικέλαιου που συνδέεται με την αποψίλωση δασών σε έως 47 % στη Μαλαισία.

Αντί να χρησιμοποιήσουν δορυφορικές εικόνες για να προσδιορίσουν την προηγούμενη εδαφοκάλυψη σε περιπτώσεις επέκτασης φυτειών λόγω του φοινικέλαιου στην Ινδονησία, οι [Austin κ.ά. 2017] χρησιμοποίησαν τους χάρτες χρήσης γης που εκδόθηκαν από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Δασών της Ινδονησίας. Διαπίστωσαν ότι μόνο το 20 % περίπου της έκτασης που χρησιμοποιήθηκε για επέκταση της βιομηχανικής καλλιέργειας φοινικέλαιου το 2005-15 είχε ταξινομηθεί ως «δάσος» στους εν λόγω χάρτες πέντε χρόνια νωρίτερα. Ο ορισμός τους για το δάσος προβλέπει συγκόμωση άνω του >30 % (αντί για >10 % στην οδηγία) και δεν περιλαμβάνει τις θαμνώδεις εκτάσεις, που σε ορισμένες περιπτώσεις θεωρούνται δάσος σύμφωνα με τον ορισμό της οδηγίας. Επιπλέον 40 % της επέκτασης του φοινικέλαιου πραγματοποιήθηκε στις κατηγορίες χρήσης εδάφους που περιλάμβαναν τις θαμνώδεις εκτάσεις. Για τους λόγους αυτούς, θεωρείται ότι το 20 % που υπολογίζουν οι [Austin κ.ά. 2017] όσον αφορά την επέκταση σε δάση κατά την περίοδο 2010-2015 είναι πιθανόν να αποτελεί υποεκτίμηση για τους σκοπούς της παρούσας έκθεσης.

Εκτίμηση του JRC για το ποσοστό επέκτασης του φοινικέλαιου σε δάση για τον υπόλοιπο κόσμο				
	έτος επέκτασης	Λατινική Αμερική	Αφρική	υπόλοιπη Ασία
% παγκόσμιας επέκτασης του φοινικέλαιου το 2008-15	2008-15	9 %	3 %	5 %
Furumo και Aide 2017	2001-15	20 %		
Maaijard κ.ά. 2018			6 %	
Vijay κ.ά. 2016	2013	21 %	6 %	4 %
σταθμισμένος μέσος όρος για τον υπόλοιπο κόσμο	2013	13 %		

Όπως φαίνεται στον πίνακα, για τις υπόλοιπες χώρες παγκοσμίως αναφέρονται χαμηλότερα ποσοστά επέκτασης σε δάση. Από τη στάθμιση των αποτελεσμάτων για τη Λατινική Αμερική, την Αφρική και την υπόλοιπη Ασία (με εξαίρεση την Ινδονησία και τη Μαλαισία) προέκυψε μέσο ποσοστό επέκτασης των φυτειών φοινικέλαιου σε δάση ύψους 13 %.

Συνολικά, λαμβανομένων υπόψη των αποτελεσμάτων των περιφερειακών μελετών σχετικά με την επέκταση του φοινικέλαιου σε εκτάσεις με υψηλά αποθέματα άνθρακα στη Μαλαισία και στην Ινδονησία και των στοιχείων για την επέκταση αυτή στον υπόλοιπο κόσμο, **το 45 % που προτείνεται από τους [Vijay κ.ά. 2016] ως μέσο ποσοστό επέκτασης λόγω του φοινικέλαιου σε δάση παγκοσμίως μπορεί να θεωρηθεί καλή εκτίμηση.**

Ποσοστό επέκτασης του φοινικέλαιου σε τυρφώδες έδαφος

	Έτη	Μαλαισία		Ινδονησία		Υπόλοιπος κόσμος
% παγκόσμιας επέκτασης του φοινικέλαιου το 2008-15	2008-15	15%		69%		16%
		Υπόλοιπη Μαλαισία	Σαραουάκ	Ινδονησιακό τμήμα	Υπόλοιπη Ινδονησία	
% εθνικής επέκτασης το 2008-15	2008-15	33%	67%	77%	23%	
Ποσοστό επέκτασης λόγω του φοινικέλαιου σε τυρφώδες έδαφος						
SARvision 2011	2005-10		32%			
Omar κ.α. 2010	2003-2009	30%				
Abood κ.α. 2014	2010			21 %*		
Austin 2017	2005-2015			>20 %		
Gunarso κ.α. 2013	2005-10			26%		
Miettinen κ.α. 2012, 2016	2007-15	42%		24%		
Miettinen κ.α. 2012, 2016	2010-15	36%		25%		
Παρεμβλήθεις παγκόσμιος μέσος όρος για το 2008-15	23%					
* ποσοστό γνωστών παραχωρήσεων για την παραγωγή φοινικέλαιου σε τυρφώδεις εκτάσεις						

* ποσοστό γνωστών παραχωρήσεων για την παραγωγή φοινικέλαιου σε τυρφώδεις εκτάσεις

Οι [Abood κ.ά. 2014] διαπίστωσαν ότι το 21 % των γνωστών παραχωρήσεων για την παραγωγή φοινικέλαιου στην Ινδονησία εντοπίστηκαν σε τυρφώδεις εκτάσεις και το 10 % σε βαθιά εδάφη τύρφης (>3 μέτρα), που υποτίθεται ότι προστατεύονται από την αποστράγγιση σύμφωνα με ινδονησιακό κυβερνητικό διάταγμα του 1990. Από το 2000 έως το 2010, αναφέρθηκε η απώλεια 535 kha τυρφωδών δασικών εκτάσεων λόγω παραχωρήσεων για την παραγωγή φοινικέλαιου στην Ινδονησία, ποσοστό που αντιπροσωπεύει το 33 % της επέκτασης ως αποτέλεσμα παραχωρήσεων για την παραγωγή φοινικέλαιου.

Οι [Miettinen κ.ά. 2012, 2016] ανέλυσαν δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης για τον εντοπισμό της εξάπλωσης των φυτειών ώριμων φοινικόδεντρων σε τυρφώδεις εκτάσεις μεταξύ 1990 και 2015. Χρησιμοποίησαν το ευρωπαϊκό ψηφιακό αρχείο χαρτών του JRC για τον προσδιορισμό των τυρφωδών εκτάσεων και ανέφεραν ότι, μεταξύ 2007 και 2015, οι φυτείες φοινικόδεντρων επεκτάθηκαν κατά 1089 kha σε τυρφώδεις εκτάσεις στην Ινδονησία και κατά 436 kha σε τυρφώδεις εκτάσεις στη Μαλαισία. Από τη διαίρεση με την αύξηση των ώριμων φοινικόδεντρων κατά τη διάρκεια της εν λόγω περιόδου⁴, προκύπτει ποσοστό επέκτασης λόγω του φοινικέλαιου 24 % σε τυρφώδεις εκτάσεις στην Ινδονησία και 42 % στη Μαλαισία. Για την τελευταία περίοδο αναφοράς, το 2010-2015, τα αντίστοιχα ποσοστά είναι 25 % και 36 %.

Το μαλαισιανό συμβούλιο για το φοινικέλαιο δημοσίευσε μελέτη για το φοινικέλαιο [Omar κ.ά. 2010], με βάση τον εντοπισμό των καλλιεργειών φοινικόδεντρων μέσω του συστήματος GIS και έναν χάρτη εδάφους από το Υπουργείο Γεωργίας της Μαλαισίας. Αναφέρουν ότι το ποσοστό καλλιέργειας φοινικόδεντρων σε τυρφώδεις εκτάσεις στη Μαλαισία αυξήθηκε από 8,2 % το 2003 σε 13,3 % το 2009, που αντιστοιχεί σε 313 και 666 kha αντίστοιχα. Την ίδια περίοδο, τα στοιχεία τους δείχνουν ότι η συνολική έκταση φοινικόδεντρων επεκτάθηκε από 3813 σε 5011 kha, επομένως το ποσοστό της επέκτασης αυτής που πραγματοποιήθηκε σε τυρφώδεις εκτάσεις ήταν 30 %.

Η [SARvision 2011] διαπίστωσε ότι από το 2005 έως το 2010, για την παραγωγή φοινικέλαιου εκχερσώθηκαν 535 χιλιάδες εκτάρια τυρφωδών δασικών εκτάσεων εντός των ορίων περιοχών γνωστών παραχωρήσεων στο Σαραουάκ, την επαρχία της Μαλαισίας στο Βόρνεο όπου σημειώνεται η μεγαλύτερη επέκταση λόγω του φοινικέλαιου. Αυτό αντιστοιχεί περίπου σε 32 % της αύξησης της έκτασης συγκομιδής για την παραγωγή φοινικέλαιου κατά το εν λόγω χρονικό διάστημα⁵. Έτσι δεν λαμβάνεται υπόψη η απώλεια τυρφωδών δασικών εκτάσεων για την παραγωγή φοινικέλαιου εκτός των ορίων παραχωρήσεων και τυχόν μετατροπή τυρφωδών εκτάσεων που δεν ήταν δασικές κατά τη στιγμή της μετατροπής.

Οι [Gunarso κ.ά. 2013] αναφέρουν ασυνήθιστα χαμηλό ποσοστό επέκτασης του φοινικέλαιου σε τυρφώδεις εκτάσεις στη Μαλαισία (μόνο 6 % μεταξύ 2000 και 2010, σύμφωνα με τις συμπληρωματικές τους πληροφορίες). Είναι πολύ χαμηλότερο από οποιαδήποτε άλλη εκτίμηση, ακόμη και από αυτές των μαλαισιανών πηγών, επομένως δεν ελήφθη υπόψη⁶.

⁴ Οι [Miettinen κ.ά.] υπολόγισαν μόνο τις εκτάσεις με ώριμα φοινικόδεντρα, επομένως σε αυτή την περίπτωση είναι σκόπιμο η διαίρεση να γίνει με την έκταση με ώριμα φοινικόδεντρα αντί με τη συνολική φυτεμένη έκταση. Χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από την Υπηρεσία Εξωτερικών Υποθέσεων Γεωργίας του Υπουργείου Γεωργίας των ΗΠΑ σχετικά με τις «εκτάσεις συγκομιδής», τα οποία στην πραγματικότητα αναφέρονται σε «ώριμες φυτεμένες εκτάσεις», και έχουν επαληθευτεί σε σχέση με άλλα στοιχεία, όπως οι πωλήσεις σπορόφυτων. Τα στοιχεία του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας είναι λιγότερο χρήσιμα διότι π.χ. αποτυπώνουν προσωρινές μειώσεις της έκτασης συγκομιδής το 2014/15 λόγω των πλημμυρών στη Μαλαισία.

⁵ Δεν ήταν δυνατή η εύρεση δεδομένων για φυτεμένες περιοχές όσον αφορά την εν λόγω περιοχή και χρονική περίοδο.

⁶ Οι [Gunarso κ.ά. 2013] δίνουν μια πιθανή εξήγηση: αναγνώριζαν καλλιέργειες σε τυρφώδεις εκτάσεις μόνο αν οι εκτάσεις αυτές ήταν έλη πριν πέντε έτη· αν είχαν ήδη αποστραγγιστεί, ταξινομήθηκαν σε άλλο είδος χρήσης γης, όπως «γυμνό έδαφος». Η μετατροπή έλους σε έκταση καλλιέργειας φοινικόδεντρων απαιτεί όχι μόνο αποψίλωση, αλλά και την κατασκευή πυκνού δικτύου καναλιών αποστράγγισης και τη συμπίκνωση του εδάφους, γεγονός που καθυστερεί τον χρόνο κατά τον οποίο είναι δυνατή η αναγνώριση των φοινικόδεντρων σε δορυφορικές εικόνες. Επομένως, αν και στη χερσόνησο της Μαλαισίας (με λίγες τυρφώδεις εκτάσεις) δεν υπήρξε επέκταση των εκτάσεων καλλιέργειας φοινικόδεντρων σε γυμνό έδαφος το 2005-10, στο Σαραουάκ σημειώθηκε 37 % επέκταση σε «γυμνό έδαφος». Επιπλέον, υπάρχει υψηλό ποσοστό μετατροπής από τυρφώνες σε «γεωργοδασοκομικά συστήματα και φυτείες», και στη συνέχεια από «γεωργοδασοκομικά συστήματα και φυτείες» σε εκτάσεις καλλιέργειας φοινικόδεντρων σε διαδοχικές πενταετείς περιόδους, επομένως ίσως οι πρώιμες φυτείες φοινικόδεντρων να συγχέονταν με γεωργοδασοκομικά συστήματα και φυτείες άλλων καλλιεργειών.

Για την Ινδονησία, τα συμπληρωματικά στοιχεία των [Gunarso κ.ά. 2013] δείχνουν ότι το 24 % της επέκτασης του φοινικέλαιου μεταξύ 2005 και 2010 πραγματοποιήθηκε σε τυρφώδεις εκτάσεις και το ποσοστό αυτό αυξάνεται σε ~26 % μόνο εάν συμπεριληφθεί η μετατροπή από τυρφώνα μέσω «γυμνού εδάφους».

Οι [Austin κ.ά. 2017] αναφέρουν ότι το ποσοστό της επέκτασης του φοινικέλαιου σε τυρφώδεις εκτάσεις στην Ινδονησία παρέμεινε στο ~20 % για όλες τις χρονικές περιόδους που εξέτασαν (1995-2015), χωρίς καμία διόρθωση για το «γυμνό έδαφος». Ο λόγος για τον οποίο τα αποτελέσματα του Austin είναι χαμηλότερα από άλλα είναι η χρήση του χάρτη τυρφώνων «BBSDLP⁷» του Υπουργείου Γεωργίας της Ινδονησίας (H. Valin, ιδιωτική επικοινωνία, 5 Δεκεμβρίου 2018). Ο χάρτης «BBSDLP» δεν περιλαμβάνει περιοχές με βάθος τύρφης μικρότερο από 0,5 m⁸, και σε αυτό εν μέρει οφείλεται το γεγονός ότι παρουσιάζει 13,5 % λιγότερη έκταση τύρφης από τους χάρτες της Wetlands International, οι οποίοι πιθανότατα επίσης υποεκτιμούν την έκταση τύρφης κατά περίπου 10-13 %, σύμφωνα με επιτόπιες έρευνες. [Hooijer and Vernimmen 2013].

Δεν υπάρχουν διαθέσιμα ποσοτικά στοιχεία για το ποσοστό της επέκτασης του φοινικέλαιου σε τυρφώδεις εκτάσεις στον υπόλοιπο κόσμο. Από το 2008 έως το 2015, το 9 % της επέκτασης του φοινικέλαιου σημειώθηκε στη Λατινική Αμερική, 5 % στην υπόλοιπη Ασία και 3 % στην Αφρική. Υπάρχουν σημαντικές εκτάσεις τροπικής τύρφης στη Νότια Αμερική, ιδίως στο Περού, τη Βολιβία, τη Βενεζουέλα και κατά μήκος του Αμαζονίου, ωστόσο δεν αποτελούν σημαντικές περιοχές παραγωγής φοινικέλαιου. Ωστόσο, ο μεγαλύτερος τροπικός τυρφώνας στον κόσμο βρίσκεται στη λεκάνη του Κονγκό. Εκεί, έχει ήδη χορηγηθεί τουλάχιστον μία τεράστια έκταση παραχώρηση για την παραγωγή φοινικέλαιου, η οποία καλύπτει 470 kha (π.χ. 10 % της συνολικής έκτασης παραγωγής φοινικέλαιου στη Μαλαισία) και βρίσκεται σε ποσοστό 89 % σε τυρφώδεις εκτάσεις [Dargie κ.ά. 2018]. Υπάρχει φόβος ότι καθώς η αύξηση της παραγωγής στις χώρες της Νοτιοανατολικής Ασίας επιβραδύνεται, θα αυξηθούν οι επενδύσεις στην ανάπτυξη της παραγωγής φοινικέλαιου στις τυρφώδεις εκτάσεις της Αφρικής και της Λατινικής Αμερικής.

Εάν ληφθούν κυρίως υπόψη τα αποτελέσματα της μελέτης των [Miettinen κ.ά. 2012, 2016], η οποία μπορεί να θεωρηθεί η πιο προηγμένη επιστημονική βιβλιογραφία στον τομέα, και υποτεθεί μηδενική αποστράγγιση τυρφώνων για την καλλιέργεια φοινικόδεντρων στις υπόλοιπες χώρες παγκοσμίως, η εκτίμηση του παρεμβληθέντος σταθμισμένου μέσου όρου της επέκτασης του φοινικέλαιου ανέρχεται σε ποσοστό 23 % παγκοσμίως μεταξύ 2008 και 2011.

Ζαχαροκάλαμο

Ανω του 80 % της παγκόσμιας επέκτασης του ζαχαροκάλαμου πραγματοποιήθηκε στη Βραζιλία μεταξύ 2008 και 2015.

Οι [Cuypers κ.ά. 2013] εκτιμούν ότι το 36 % της παγκόσμιας επέκτασης του ζαχαροκάλαμου μεταξύ 1990 και 2008 πραγματοποιήθηκε σε εκτάσεις που ήταν προηγουμένως δασικές. Ωστόσο, αυτό πιθανότατα αποτελεί υπερεκτίμηση για τους σκοπούς της ανάλυσης: η αποψίλωση των δασών κατανεμήθηκε μεταξύ της δασοκομίας, της επέκτασης των βοσκοτόπων και της επέκτασης διαφορετικών καλλιεργειών σε εθνικό επίπεδο. Ελάχιστη αποψίλωση των δασών έχει αποδοθεί σε βοσκότοπους, διότι δεν παρουσίασε σχεδόν καμία καθαρή επέκταση· αντίθετα, το ζαχαροκάλαμο επεκτάθηκε σε μεγάλο βαθμό και, ως εκ τούτου, έλαβε μεγάλη κατανομή στην εθνική αποψίλωση των δασών. Ωστόσο, οι *περιφέρειες* της Βραζιλίας στις οποίες κατά κύριο λόγο επεκτάθηκε το ζαχαροκάλαμο δεν επικαλύπτονται

⁷ Το BBSDLP είναι το Ινδονησιακό Κέντρο Έρευνας και Ανάπτυξης Γεωργικών Πόρων.

⁸ 0,5 m τροπικής τύρφης περιέχει περίπου 250-300 τόνους άνθρακα ανά εκτάριο, το μεγαλύτερο μέρος του οποίου θα απελευθερωθεί κατά την πρώτη δεκαετία μετά την αποστράγγιση.

με περιοχές υψηλής αποψίλωσης των δασών, και αυτό δεν ελήφθη υπόψη στην ανάλυση των [Cuypers κ.ά. 2013].

Οι [Adami κ.ά. 2012] ανέφεραν ότι μόλις 0,6 % της επέκτασης της καλλιέργειας ζαχαροκάλαμου στην Κεντρική-Νότια Βραζιλία κατέληξε σε δάση μεταξύ 2000 και 2009. Παρότι η περιοχή αναλογούσε σε περίπου 90 % της παγκόσμιας επέκτασης του ζαχαροκάλαμου κατά την εν λόγω περίοδο, υπήρξε επέκταση και άλλες περιοχές της Βραζιλίας που δεν καλύπτονται από τη μελέτη.

Οι [Sparovek κ.ά. 2008] συμφώνησαν ότι κατά την περίοδο 1996-2006 η επέκταση της καλλιέργειας ζαχαροκάλαμου στην Κεντρική-Νότια Βραζιλία αφορούσε σχεδόν αποκλειστικά λειμώνες ή άλλες καλλιέργειες (καθώς στην περιοχή απομένουν ελάχιστες δασικές εκτάσεις). εντούτοις, ένα άλλο ποσοστό 27 % της επέκτασης συντελέστηκε σε «περιφερειακές» περιοχές πέριξ και εντός του βιοσυστήματος του Αμαζονίου, στο Βορειανατολικό τμήμα και στο βιοσύστημα του Ατλαντικού Δάσους. Στις εν λόγω περιφερειακές περιοχές, υπήρχε συσχέτιση μεταξύ της απώλειας δασών ανά δήμο και της επέκτασης του ζαχαροκάλαμου. Εντούτοις, το έγγραφο δεν παρέχει στοιχεία σχετικά με την επέκταση σε δάση.

Κατά συνέπεια, δεν είναι δυνατόν να συναχθεί από τη βιβλιογραφία κατάλληλη ποσοτικοποίηση της αποψίλωσης των δασών λόγω των ζαχαροκάλαμου.

Αραβόσιτος

Τα δημητριακά συνήθως δεν θεωρείται ότι προκαλούν αποψίλωση, διότι η πλειονότητα της παραγωγής πραγματοποιείται σε εύκρατες ζώνες, όπου η αποψίλωση είναι εν γένει μέτρια. Ωστόσο, ο αραβόσιτος συνιστά επίσης τροπική καλλιέργεια, η οποία συχνά καλλιεργείται από μικροκτηματίες και επίσης συχνά εναλλάσσεται με σόγια σε μεγάλες γεωργικές εκμεταλλεύσεις. Επίσης, ένα δυσανάλογο μέρος της επέκτασης της καλλιέργειας αραβοσίτου πραγματοποιείται σε τροπικές περιοχές, όπου η αποψίλωση των δασών είναι πιο συνηθισμένη και με μεγαλύτερη ένταση άνθρακα.

% παγκόσμιας επέκτασης της έκτασης συγκομιδής αραβοσίτου το 2010-15	
Κίνα	29,8%
Βραζιλία	11,6%
Ανγκόλα	10,5%
Νιγηρία	9,8%
Αργεντινή	8,9%
Ρωσική Ομοσπονδία	7,0%
Μάλι	3,1%
Μεξικό	1,7%
Καμερούν	1,6%
άλλες (κυρίως αναπτυσσόμενες) χώρες	16%
ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ 2010-15 (t/ha)	3,935

Η επέκταση στην Κίνα συγκεντρώθηκε σε περιθωριακές εκτάσεις στο βορειανατολικό τμήμα της χώρας [Hansen 2017], περιοχή η οποία χαρακτηρίζεται κυρίως από στεπώδεις λειμώνες παρά από δάση. Η επέκταση στη Βραζιλία και στην Αργεντινή θα μπορούσε να αποδοθεί στο ίδιο ποσοστό αποψίλωσης με αυτό που ισχύει για τη σόγια στη Βραζιλία. Οι [Lark κ.ά. 2015] διαπίστωσαν ότι, όσον αφορά την επέκταση του αραβοσίτου στις ΗΠΑ μεταξύ 2008 και 2012, 3 % συντελέστηκε εις βάρος του δάσους, 8 % σε θαμνώδεις εκτάσεις και 2 % σε υγροβιότοπους. Ωστόσο, είναι δύσκολο να γίνει εκτίμηση σε παγκόσμιο επίπεδο χωρίς να εξεταστεί λεπτομερώς τι συμβαίνει σε κάθε χώρα.

Βιβλιογραφία

- [Abood κ.ά. 2015] Abood, S. A., Lee, J. S. H., Burivalova, Z., Garcia-Ulloa, J., & Koh, L. P. (2015). *Relative Contributions of the Logging, Fiber, Palm oil, and Mining Industries to Forest Loss in Indonesia*. *Conservation Letters*, 8(1), 58–67. <http://doi.org/10.1111/conl.12103>
- [Adami κ.ά. 2012] Adami, M., Rudorff, B. F. T., Freitas, R. M., Aguiar, D. A., Sugawara, L. M., & Mello, M. P. (2012). Remote Sensing Time Series to Evaluate Direct Land Use Change of Recent Expanded Sugarcane Crop in Brazil. *Sustainability*, 4, 574–585. <http://doi.org/10.3390/su4040574>
- [Agroicone 2018] Moriera, A, Arantes, S., and Romeiro, M. (2018). RED II information paper: assessment of iLUC risk for sugarcane and soybean biofuels feedstock. Agroicone, Sao Paulo 2018.
- [Austin κ.ά. 2017] Austin, K. G., Mosnier, A., Pirker, J., McCallum, I., Fritz, S., & Kasibhatla, P. S. (2017). Shifting patterns of palm oil driven deforestation in Indonesia and implications for zero-deforestation commitments. *Land Use Policy*, 69(August), 41–48. <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.08.036>
- [Carlson κ.ά. 2013] Carlson, K. M., Curran, L. M., Asner, G. P., Pittman, A. M., Trigg, S. N., & Marion Adeney, J. (2013). Carbon emissions from forest conversion by Kalimantan palm oil plantations. *Nature Clim. Change*, από τον ιστότοπο: <https://www.nature.com/nclimate/journal/v3/n3/pdf/nclimate1702.pdf>
- [Curtis κ.ά. 2018] Curtis, P. G., Slay, C. M., Harris, N. L., Tyukavina, A., & Hansen, M. C. (2018). Classifying drivers of global forest loss. *Science*, 361(6407), 1108–1111. <http://doi.org/10.1126/science.aau3445>
- [Cuypers κ.ά. 2013] Cuypers, D., Geerken, T., Gorissen, L., Peters, G., Karstensen, J., Prieler, S., van Velthuis, H. (2013). The impact of EU consumption on deforestation: Comprehensive analysis of the impact of EU consumption on deforestation. Ευρωπαϊκή Επιτροπή <http://doi.org/10.2779/822269>
- [Dargie κ.ά. 2018] Dargie, G.C., Lawson, I.T., Rayden, T.J. et al. Mitig Adapt Strateg Glob Change (2018). <https://doi.org/10.1007/s11027-017-9774-8>
- [FAOstat 2008], Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών, βάση δεδομένων με δυνατότητα αναζήτησης στατιστικών στοιχείων για τη γεωργική παραγωγή, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- [Fehlenberg κ.ά. 2017] Fehlenberg, V., Baumann, M., Gasparri, N. I., Piquer-Rodriguez, M., Gavier-Pizarro, G., & Kuemmerle, T. (2017). The role of soybean production as an underlying driver of deforestation in the South American Chaco. *Global Environmental Change*, 45(April), 24–34. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.05.001>
- [Furumo και Aide 2017] Furumo, P. R., & Aide, T. M. (2017). Characterizing commercial palm oil expansion in Latin America: land use change and trade. *Environmental Research Letters*, 12(2), 024008. <http://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5892>
- [Gaveau 2016] Gaveau, D.L.A., Sheil, D., Husnayaen, Salim, M.A., Arjasakusuma, S., Ancrenaz, M., Pacheco, P., Meijaard, E., 2016. Rapid conversions and avoided deforestation: examining four decades of industrial plantation expansion in Borneo. *Nature - Scientific Reports* 6, 32017.
- [Gaveau 2018] Gaveau, D.L.A., Locatelli, B., Salim, M.A., Yaen, H., Pacheco, P. and Sheil, D. Rise and fall of forest loss and industrial plantations in Borneo (2000–2017). *Conservation Letters*. 2018;e12622. <https://doi.org/10.1111/conl.12622>

[Gibbs κ.ά. 2015] Gibbs, H. K., Rausch, L., Munger, J., Schelly, I., Morton, D. C., Noojipady, P., Walker, N. F. (2015). Brazil's Soy Moratorium: Supply-chain governance is needed to avoid deforestation. *Science*, 347(6220), 377–378. <http://doi.org/10.1126/science.aaa0181>.

[Graesser κ.ά. 2015] Graesser, J., Aide, T. M., Grau, H. R., & Ramankutty, N. (2015). Cropland/pastureland dynamics and the slowdown of deforestation in Latin America. *Environmental Research Letters*, 10(3), 034017. <http://doi.org/10.1088/1748-9326/10/3/034017>

[Gunarso κ.ά. 2013] Gunarso, P., Hartoyo, M. E., Agus, F., & Killeen, T. J. (2013). *Palm oil and Land Use Change in Indonesia, Malaysia and Papua New Guinea*. RSPO. <http://doi.org/papers2://publication/uuid/76FA59A7-334A-499C-B12D-3E24B6929AAE>
Συμπληρωματικό υλικό: <https://rspo.org/key-documents/supplementary-materials>

[Hansen κ.ά. 2017] Hansen, J., M.A. Marchant, F. Tuan, and A. Somwaru. 2017. «U.S. Agricultural Exports to China Increased Rapidly Making China the Number One Market». *Choices*. Q2. <http://www.choicesmagazine.org/choices-magazine/theme-articles/us-commodity-markets-respond-to-changes-in-chinas-ag-policies/us-agricultural-exports-to-china-increased-rapidly-making-china-the-number-one-market>

[Henders κ.ά. 2015] Henders, S., Persson, U. M., & Kastner, T. Trading forests: Land-use change and carbon emissions embodied in production and exports of forest-risk commodities. *Environmental Research Letters*, 10(12), 125012. <http://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/125012>

[Hooijer and Vernimmen 2013] Hooijer, A. and Vernimmen, R. 2013 “Peatland maps: accuracy assessment and recommendations” Report by Deltares & Euroconsult Mott MacDonald for Implementation of Agentschap NL 6201068 QANS Lowland Development edepot.wur.nl/251354

[Jusys 2017] Jusys, T. (2017) A confirmation of the indirect impact of sugarcane on deforestation in the Amazon, *Journal of Land Use Science*, 12:2-3, 125-137, DOI: 10.1080/1747423X.2017.1291766

[Lark κ.ά. 2015] Lark, T.J, Salmon, M.J, & Gibbs, H. (2015). Cropland expansion outpaces agricultural and biofuel policies in the United States. *Environmental Research Letters*. 10. 10.1088/1748-9326/10/4/044003.

[LCAworks 2018] Strapasson, A., Falcao, J., Rossberg, T., Buss, G., and Woods, J. Land use Change and the European Biofuels Policy: the expansion of oilseed feedstocks on lands with high carbon stocks. Technical report prepared by LCAworks Ltd., in collaboration with Sofiproteol, France.

[Machado κ.ά. 2012] Macedo, M. N., DeFries, R. S., Morton, D. C., Stickler, C. M., Galford, G. L., & Shimabukuro, Y. E. (2012). Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(4), 1341–6. <http://doi.org/10.1073/pnas.1111374109>

[Malins. 2017] Malins, C. (2017). For peat's sake - Understanding the climate implications of palm oil biodiesel. Cerulogy and Rainforest Foundation Norway, London 2017. Από τον ιστότοπο: <http://www.cerulogy.com/uncategorized/for-peats-sake/>

[Malins 2018] Malins, C. (2018). *Driving deforestation: the impact of expanding palm oil demand through biofuel policy*, London 2018. Από τον ιστότοπο: <http://www.cerulogy.com/palm-oil/driving-deforestation/>

[Meijaard κ.ά. 2018] Meijaard, E., Garcia-Ulloa, J., Sheil, D., Wich, S.A., Carlson, K.M., Juffe-Bignoli, D., and Brooks, T. . (2018). Palm oil and biodiversity. <http://doi.org/https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.11.en>

- [Miettinen κ.ά. 2012] Miettinen, J., Hooijer, A., Tollenaar, D., Page, S. E., & Malins, C. (2012). Historical Analysis and Projection of Palm oil Plantation Expansion on Peatland in Southeast Asia. Washington, D.C.: International Council on Clean Transportation.
- [Miettinen κ.ά. 2016] Miettinen, J., Shi, C., & Liew, S. C. (2016). Land cover distribution in the peatlands of Peninsular Malaysia, Sumatra and Borneo in 2015 with changes since 1990. *Global Ecology and Conservation*, 6, 67–78. <http://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.02.004>
- [Morton κ.ά. 2006] Morton, D. C., DeFries, R. S., Shimabukuro, Y. E., Anderson, L. O., Arai, E., del Bon Espirito-Santo, F., ... Morissette, J. (2006). Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(39), 14637-14641. <http://doi.org/10.1073/pnas.0606377103>
- [Omar κ.ά. 2010] Omar, W., Aziz, N.A., Mohammed A.T., Harun, M.H. and Din, A.K.; «Mapping of oil palm cultivation on peatland in Malaysia, Malaysian Palm Oil Board Information series 529, MPOB TT No. 473, June 2010. ISSN 1511-7871.
- [Page κ.ά. 2011] Page, S.E., Morrison, R., Malins, C., Hooijer, A., Rieley, J.O. Jaujiainen, J. (2011). Review of Peat Surface Greenhouse Gas Emissions from Palm oil Plantations in Southeast Asia. *Indirect Effects of Biofuel Production*, (15), 1–77.
- [Richards κ.ά. 2017] Richards, P. D., Arima, E., VanWey, L., Cohn, A., & Bhattarai, N. (2017). Are Brazil's Deforesters Avoiding Detection? *Conservation Letters*, 10(4), 469-475. <http://doi.org/10.1111/conl.12310>
- [SARVision 2011] SARVision. (2011). Impact of palm oil plantations on peatland conversion in Sarawak 2005-2010, (January 2011), 1–14. <http://archive.wetlands.org/Portals/0/publications/Report/Sarvision%20Sarawak%20Report%20Final%20for%20Web.pdf>
- [Searle & Giuntoli 2018] Searle, A. S., and Giuntoli, J. (2018). Analysis of high and low indirect land-use change definitions in European Union renewable fuel policy.
- [Sparovek et al. 2008] Sparovek, G.; A. Barretto; G. Berndes; S. Martins; and Maule, R. (2008). «Environmental, land-use and economic implications of Brazilian sugarcane expansion 1996–2006». *Mitigation and Adaption Strategies for Global Change*, 14(3), p. 285.
- [USDA 2008] United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service. Βάση δεδομένων με δυνατότητα αναζήτησης δεδομένων για την παραγωγή, την προμήθεια και τη διανομή καλλιεργειών. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>
- [Vijay κ.ά. 2016] Vijay, V., Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Smith, S. J., Walker, W., Soto, C., ... Rodrigues, H. (2016). The Impacts of Palm oil on Recent Deforestation and Biodiversity Loss. *PLOS ONE*, 11(7), e0159668. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0159668>
- [Waroux κ.ά. 2016] Waroux, Y., Garrett, R. D., Heilmayr, R., & Lambin, E. F. (2016). Land-use policies and corporate investments in agriculture in the Gran Chaco and Chiquitano. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(15), 4021–4026. <http://doi.org/10.1073/pnas.1602646113>
- [Yousefi κ.ά. 2018].Yousefi, A., Bellantonio, M, and Hurowitz, G., The avoidable Crisis, *Mighty Earth*, Regnskogfondet and FERN, March 2018, <http://www.mightyearth.org/avoidablecrisis/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ΑΝΑΛΥΣΗ GIS

1.

Μέθοδος

Για την εκτίμηση της αποψίλωσης των δασών και των σχετικών εκπομπών που συνδέονται με την επέκταση των καλλιεργειών για την παραγωγή βιοκαυσίμων από το 2008 σε περιοχές με συγκόμωση μεγαλύτερη του 10 %, χρησιμοποιήθηκε προσέγγιση γεωχωρικής μοντελοποίησης για τον συνδυασμό χάρτη αποψίλωσης της εφαρμογής Παγκοσμίου Ελέγχου Δασών (GFW) με χάρτες για τον τύπο καλλιέργειας του μοντέλου MapSPAM και του EarthStat. Περαιτέρω πληροφορίες για την προσέγγιση συνοψίζονται παρακάτω και στον πίνακα παρατίθενται οι πηγές δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση εικονοστοιχείων μεγέθους περίπου 100 εκταρίων στον ισημερινό.

Πηγές δεδομένων

Δεδομένα καλλιεργειών

Επί του παρόντος δεν είναι διαθέσιμοι συνολικά συνεκτικοί χάρτες που να αποτυπώνουν την επέκταση όλων των επιμέρους καλλιεργειών για την παραγωγή βιοκαυσίμων στο πέρασμα του χρόνου, αν και βρίσκεται εν εξελίξει έρευνα για την επίτευξη αυτού του στόχου όσον αφορά το φοινικέλαιο και τη σόγια μέσω της ερμηνείας των δορυφορικών εικόνων. Για την ανάλυση αυτή, βασιστήκαμε σε δύο πηγές για χάρτες μονοκαλλιέργειας ενός έτους: το μοντέλο MapSPAM (IFPRI και IIASA 2016), το οποίο καταγράφει την παγκόσμια κατανομή 42 καλλιεργειών για το 2005⁹, και το μοντέλο EarthStat (Ramankutty κ.ά. 2008), το οποίο χαρτογραφεί περιοχές καλλιεργειών και βοσκοτόπων για το 2000. Αμφότερες οι πηγές δεδομένων καλλιεργειών προκύπτουν από προσεγγίσεις που συνδυάζουν ποικιλία εισερχόμενων δεδομένων κατά περιοχή για να κάνουν εύλογες εκτιμήσεις της παγκόσμιας κατανομής των καλλιεργειών. Η εισαγωγή δεδομένων περιλαμβάνει στατιστικές παραγωγής σε επίπεδο διοικητικών (υποεθνικών) μονάδων, διαφόρους χάρτες εδαφοκάλυψης που δημιουργούνται από δορυφορικές εικόνες και χάρτες καταλληλότητας καλλιεργειών που δημιουργούνται με βάση το τοπίο, το κλίμα και τις εδαφολογικές συνθήκες της περιοχής.

Λόγω της έλλειψης ενημερωμένων παγκόσμιων χαρτών για μεμονωμένες καλλιέργειες καθώς και της έλλειψης συνεκτικών πληροφοριών σχετικά με την επέκτασή με την πάροδο του χρόνου, μια σημαντική υπόθεση που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυσή μας είναι ότι η συνολική αποψίλωση και οι σχετικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που σημειώθηκαν σε μια περιοχή από το 2008 μπορούν να αποδοθούν σε συγκεκριμένη καλλιέργεια με βάση την αναλογική έκταση κάθε καλλιέργειας σε σχέση με τη συνολική έκταση γεωργικής γης, συμπεριλαμβανομένων των βοσκοτόπων, που υπάρχουν στο ίδιο εικονοστοιχείο του χάρτη καλλιέργειας.

Δεδομένα αποψίλωσης δασών

Οι δημοσιευμένοι χάρτες που αποτυπώνουν την παγκόσμια ετήσια απώλεια δενδροκάλυψης και προέρχονται από τις δορυφορικές παρατηρήσεις του Landsat, και οι οποίοι είναι

⁹ Ενημερωμένα δεδομένα του μοντέλου MapSPAM για το έτος 2010 δημοσιεύτηκαν στις 4 Ιανουαρίου 2019, αμέσως μετά την ολοκλήρωση της παρούσας ανάλυσης.

διαθέσιμοι στην εφαρμογή Παγκόσμιος Έλεγχος Δασών (GFW) για τα έτη 2001 έως 2017, αποτέλεσαν τη βάση της ανάλυσής μας σχετικά με την αποψίλωση. Τα δεδομένα απώλειας δενδροκάλυψης είναι διαθέσιμα σε ανάλυση 30 μέτρων ή εικονοστοιχείο μεγέθους 0,09 εκταρίων. Τα αρχικά δεδομένα απώλειας δενδροκάλυψης των Hansen κ.ά. (2013) δεν διακρίνουν μεταξύ της μόνιμης μετατροπής (δηλαδή της αποψίλωσης των δασών) και της προσωρινής απώλειας της δενδροκάλυψης λόγω δασοκομίας ή πυρκαγιάς. Επομένως, για την παρούσα ανάλυση συμπεριλάβαμε μόνο το υποσύνολο εικονοστοιχείων απώλειας δενδροκάλυψης που βρισκόταν εντός περιοχών που χαρακτηρίζονται από την *αποψίλωση για την παραγωγή βασικών προϊόντων*, όπως χαρτογραφήθηκε σε ανάλυση 10 χιλιομέτρων από τους Curtis κ.ά. (2018)¹⁰. Έτσι, οι περιοχές όπου κυριαρχούν άλλοι παράγοντες, όπως η δασοκομία ή η μεταβολή της γεωργίας, δεν περιλήφθηκαν στην ανάλυση. Στο πλαίσιο της κατηγορίας *αποψίλωσης για την παραγωγή βασικών προϊόντων*, μόνο τα εικονοστοιχεία με ποσοστό δενδροκάλυψης άνω του 10% ελήφθησαν υπόψη για την ανάλυση, με το «ποσοστό δενδροκάλυψης» να ορίζεται ως η συγκόμωση της επιφάνειας του εδάφους το 2000. Λόγω των ειδικών κριτηρίων που περιλαμβάνονται στην οδηγία RED2 (βλ. σημεία «β» και «γ» στο παραπάνω ιστορικό), τα αποτελέσματα της ανάλυσης διαχωρίστηκαν σε αποψίλωση για τα έτη 2008 έως 2015 για περιοχές με ποσοστό δενδροκάλυψης άνω του 30 % και περιοχές με ποσοστό δενδροκάλυψης 10-30 %.

Οι Curtis κ.ά. (2018) επισημαίνουν ότι μπορεί να επιδρούν πολλοί παράγοντες απώλειας δασών σε μια έκταση ανά πάσα στιγμή και ότι ο κύριος παράγοντας μπορεί να διαφέρει σε διαφορετικά έτη κατά τη διάρκεια της δεκαπενταετούς περιόδου μελέτης· το μοντέλο τους προσδιόριζε μόνο έναν κύριο παράγοντα που συνέβαλε στην πλειοψηφία της απώλειας δενδροκάλυψης εντός της εν λόγω έκτασης κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης. Μια υπόθεση που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα ανάλυση ήταν ότι η απώλεια δενδροκάλυψης σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από την *αποψίλωση για την παραγωγή βασικών προϊόντων* αφορούσε στο σύνολό της την επέκταση νέων γεωργικών περιοχών. Η υπόθεση αυτή τείνει σε υπερεκτίμηση της επίδρασης των καλλιεργειών βασικών προϊόντων στα εν λόγω εικονοστοιχεία. Από την άλλη, η γεωργία μπορεί επίσης να επεκτείνεται σε περιοχές όπου κυριαρχεί η μεταβολή της γεωργίας ή της δασοκομίας· οι άλλες κατηγορίες από τον χάρτη των Curtis κ.ά. (2018) εξαιρέθηκαν από την ανάλυσή μας. Αυτό σημαίνει ότι η εν λόγω μέθοδος θα μπορούσε να υποεκτιμήσει την αποψίλωση των δασών λόγω των καλλιεργειών. Ωστόσο, οι περιοχές αντίκτυπου των εννέα καλλιεργειών που περιλαμβάνονται στην παρούσα ανάλυση ανήκαν κατά κύριο λόγο στην κατηγορία της αποψίλωσης για την παραγωγή βασικών προϊόντων και συνεπώς οι καλλιεργούμενες εκτάσεις εκτός της κατηγορίας αυτής θεωρήθηκε ότι έχουν μικρό λόγο εμβαδού (βλ. την ενότητα για το μοντέλο κατανομής καλλιεργειών) και συνεπώς η συμβολή των περιοχών αυτών στα τελικά σύνολα θα είναι μικρή.

Δεδομένα τυρφώνων

Η έκταση των τυρφώνων καθορίστηκε χρησιμοποιώντας τους ίδιους χάρτες με τους Miettinen κ.ά. 2016, που κατέγραψαν τις αλλαγές στην εδαφοκάλυψη από το 1990 έως το 2015 στις τυρφώδεις εκτάσεις της χερσονήσου της Μαλαισίας, της Σουμάτρας και της νήσου Βόρνεο. Για τη Σουμάτρα και το Καλιμαντάν, οι Miettinen κ.ά. (2016) συμπεριέλαβαν τους τυρφώνες από τους άτλαντες τυρφώνων με κλίμακα 1:700 000 της Wetlands International (Wahyunto κ.ά. 2003, Wahyunto κ.ά. 2004), όπου οι τυρφώνες ορίζονται ως εξής: «το έδαφος που σχηματίζεται από τη συσσώρευση, για μεγάλο χρονικό διάστημα, οργανικής ύλης όπως τα υπολείμματα των φυτών». Το έδαφος των τυρφώνων είναι γενικά υγρό ή πλημμυρισμένο όλο

¹⁰ Οι εργασίες συνεχίζονται για την επικαιροποίηση της μελέτης των Curtis κ.ά. (2018) ώστε να φανούν οι κύριοι παράγοντες για την απώλεια δενδροκάλυψης μετά το 2015.

τον χρόνο εκτός αν αποστραγγιστεί». Όπως αναφέρεται από τους Wahyunto και Suryadiputra (2008), οι άτλαντες τυρφώνων συγκεντρώνουν με τη σειρά τους στοιχεία από διάφορες πηγές που χρησιμοποιούν κυρίως εικόνες (δεδομένα από δορυφόρους, ραντάρ και αεροφωτογραφίες), καθώς και έρευνες και μελέτες χαρτογράφησης εδάφους για τη χαρτογράφηση της κατανομής των τυρφώνων. Για τη Μαλαισία χρησιμοποιήθηκαν τυρφώδεις εκτάσεις από το ευρωπαϊκό ψηφιακό αρχείο χαρτών (Selvaradjou κ.ά. 2005).

Διενεργήθηκε ειδική ανάλυση για την αποψίλωση των δασών από την επέκταση της καλλιέργειας φοινικέλαιου σε τυρφώδεις εκτάσεις λόγω της σημασίας της τύρφης στη συνολική χρήση γης και το αποτύπωμα αερίων του θερμοκηπίου της εν λόγω καλλιέργειας για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Με τη χρήση δεδομένων επέκτασης της βιομηχανικής καλλιέργειας φοινικέλαιου από τους Miettinen κ.ά. 2016, εκτιμήθηκε η έκταση της απώλειας δενδροκάλυψης που σημειώθηκε πριν από το έτος γνωστής επέκτασης λόγω του φοινικέλαιου, από το 2008 έως το 2015.

Δεδομένα εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG)

Οι εκπομπές λόγω της αποψίλωσης από το 2008 εκτιμήθηκαν ως η απώλεια άνθρακα από τη δεξαμενή υπέργειας βιομάζας. Οι εκπομπές εκφράζονται σε μεγατόνους διοξειδίου του άνθρακα (Mt CO₂).

Οι εκπομπές από την απώλεια υπέργειας βιομάζας υπολογίστηκαν με τη σύγκριση του χάρτη της απώλειας δενδροκάλυψης (από το 2008 έως το 2015) με χάρτη υπέργειας ζωντανής ξυλώδους βιομάζας το 2000. Ο χάρτης βιομάζας, που δημιουργήθηκε από το κέντρο ερευνών Woods Hole Research Center και προέρχεται από τον συνδυασμό δορυφορικής και επίγειας παρατήρησης, διατίθεται στην εφαρμογή Παγκόσμιος Έλεγχος Δασών (GFW). Όλες οι απώλειες βιομάζας θεωρήθηκε ότι ήταν «δεσμευμένες» εκπομπές στην ατμόσφαιρα κατά την εκχέρσωση, αν και υπάρχουν χρονικές καθυστερήσεις που σχετίζονται με ορισμένες αιτίες απώλειας δέντρων. Οι εκπομπές είναι «ακαθάριστες» αντί για «καθαρές» εκτιμήσεις, πράγμα που σημαίνει ότι δεν ελήφθη υπόψη η χρήση της γης μετά την εκχέρσωση και η σχετική τιμή άνθρακα. Το ποσοστό άνθρακα της υπέργειας βιομάζας θεωρήθηκε ότι είναι 0,5 (IPCC 2003) και ο άνθρακας μετατράπηκε σε διοξείδιο του άνθρακα χρησιμοποιώντας συντελεστή μετατροπής 44/12 ή 3,67. Ένα πλεονέκτημα της χρήσης χαρτών δασικής βιομάζας με βάση εικονοστοιχεία με συνεχείς τιμές, αντί του καθορισμού απόλυτων τιμών αποθεμάτων άνθρακα για διαφορετικούς τύπους εδαφοκάλυψης (π.χ. δάση, θαμνώδεις εκτάσεις, τιμές βαθμίδας 1 της IPCC, κ.λπ.), είναι ότι τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της απώλειας βιομάζας είναι εντελώς ανεξάρτητα από την επιλογή του χάρτη εδαφοκάλυψης που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της αλλαγής στη εδαφοκάλυψη.

Οι εκπομπές που σχετίζονται με άλλες δεξαμενές άνθρακα, όπως η υπόγεια βιομάζα (ρίζες), τα νεκρά ξύλα, τα απορρίμματα και ο εδαφικός άνθρακας, συμπεριλαμβανομένης της αποσύνθεσης της τύρφης ή των πυρκαγιών, εξαιρέθηκαν από την ανάλυση.

Έκταση ανάλυσης

Η έκταση της παγκόσμιας ανάλυσής μας καθορίστηκε μέσω της σύγκρισης του χάρτη για την αποψίλωση για την παραγωγή βασικών προϊόντων (Curtis κ.ά. 2018) με τις σχετικές με τα βιοκαύσιμα καλλιέργειες που παρουσιάζουν ενδιαφέρον (φοινικέλαιο, καρύδα, σίτος, κραμβόσπορος, αραβόσιτος, σόγια, ζαχαρότευτλο, ηλίανθος και ζαχαροκάλαμο). Μόνο τα εικονοστοιχεία που συμπεριλήφθηκαν σε μία από τις εννέα καλλιέργειες που παρουσιάζουν ενδιαφέρον και ανήκουν στην κατηγορία της αποψίλωσης για την παραγωγή βασικών προϊόντων ελήφθησαν υπόψη στην ανάλυση.

Μοντέλο κατανομής καλλιεργειών

Η συνολική αποψίλωση και οι εκπομπές εντός ενός δεδομένου εικονοστοιχείου ενός χιλιομέτρου αποδόθηκαν σε διαφορετικές καλλιέργειες για την παραγωγή βιοκαυσίμων που παρουσιάζουν ενδιαφέρον σύμφωνα με την αναλογία κάθε καλλιέργειας που εμφανίζεται στο εικονοστοιχείο («καλλιέργεια X», π.χ. σόγια) σε σχέση με τη συνολική έκταση της γεωργικής γης στο εικονοστοιχείο, οριζόμενη ως το σύνολο των καλλιεργήσιμων εκτάσεων και των βοσκότοπων. Με αυτόν τον τρόπο, η σχετική συμμετοχή κάθε καλλιέργειας για την παραγωγή βιοκαυσίμων στο συνολικό γεωργικό αποτύπωμα του εικονοστοιχείου χρησιμοποιήθηκε ως βάση για να αποδοθεί το σχετικό αποτύπωμα της αποψίλωσης και των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Καθώς δεν ήταν άμεσα διαθέσιμος ένας ενιαίος, συνολικά συνεκτικός και επικαιροποιημένος χάρτης γεωργικής γης, διαχωρισμένος ανά τύπο καλλιέργειας, εφαρμόσαμε διαδικασία δύο σταδίων για τον προσδιορισμό του σχετικού ρόλου κάθε καλλιέργειας για την παραγωγή βιοκαυσίμων που παρουσιάζει ενδιαφέρον στην αποψίλωση και τις εκπομπές σε δεδομένη τοποθεσία (εξίσωση 1). Στο πρώτο στάδιο χρησιμοποιήσαμε δεδομένα καλλιεργειών για το πιο πρόσφατο διαθέσιμο έτος (MapSPAM, έτος 2005) για να υπολογίσουμε την αναλογία της καλλιέργειας X προς το σύνολο καλλιεργήσιμης έκτασης σε ένα εικονοστοιχείο. Στο δεύτερο στάδιο χρησιμοποιήσαμε δεδομένα του EarthStat (2000) για τον υπολογισμό της αναλογίας της συνολικής καλλιεργήσιμης έκτασης προς το σύνολο βοσκότοπων + καλλιεργήσιμης έκτασης σε ένα εικονοστοιχείο. (Τα δεδομένα του EarthStat χρησιμοποιήθηκαν επειδή το MapSPAM δεν περιλαμβάνει χάρτες βοσκοτόπων και η επέκταση των βοσκοτόπων παίζει επίσης ρόλο στη δυναμική της αποψίλωσης.) Ο συνδυασμός αυτών των δύο σταδίων κατέστησε δυνατό τον προσδιορισμό της σχετικής συμβολής της καλλιέργειας X στο συνολικό γεωργικό αποτύπωμα σε ένα εικονοστοιχείο, αλλά με τη χρήση διαφορετικών πηγών δεδομένων από διαφορετικές χρονικές περιόδους.

Εξίσωση 1:

$$\frac{\text{MapSpat καλλιέργεια X (2005)}}{\text{MapSPAM συν. περ. καλλιέργειας (2005)}} \times \frac{\text{Earthstat συν. περ. καλλιέργειας (2000)}}{\text{Earthstat περιοχές καλλιεργειών + περιοχές βοσκοτόπων (2000)}} = \frac{\text{Καλλιέργεια X}}{\text{καλλιέργεια + βοσκότοπος}}$$

Τελικοί υπολογισμοί

Αφού δημιουργήθηκαν οι χάρτες κατανομής των καλλιεργειών για κάθε καλλιέργεια για την παραγωγή βιοκαυσίμων που παρουσιάζει ενδιαφέρον, πολλαπλασιάσαμε την ολική αποψίλωση και τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου με την αναλογία της καλλιέργειας X σε κάθε εικονοστοιχείο ενός χιλιομέτρου και υπολογίσαμε τα συνολικά συνοπτικά στατιστικά στοιχεία διαχωρισμένα ανά αποψίλωση και εκπομπές που σημειώθηκαν σε εκτάσεις με συγκόμωση άνω του 30 % και σε εκτάσεις με συγκόμωση 10-30 %.

Τα αποτελέσματα του GIS δείχνουν την αποψίλωση που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια 8 ημερολογιακών ετών, από το 2008 έως το 2015, τα οποία σχετίζονται με διαφορετικές καλλιέργειες. Για να διαπιστωθεί το % της επέκτασης των καλλιεργειών που συνδέεται με την αποψίλωση των δασών, η συνολική έκταση της αποψίλωσης κατά τη διάρκεια των ετών αυτών διαιρέθηκε με την αντίστοιχη αύξηση της καλλιεργούμενης έκτασης. Για να ληφθεί υπό όψη ότι μια καλλιέργεια μπορεί να οδηγήσει σε αποψίλωση ακόμη και αν η συνολική έκταση της καλλιέργειας παγκοσμίως μειώνεται αλλά επεκτείνεται σε ορισμένες χώρες, τα μερίδια υπολογίστηκαν βάσει της *ακαθάριστης* αύξησης της καλλιεργούμενης έκτασης παγκοσμίως, που είναι το άθροισμα των αυξήσεων της καλλιεργούμενης έκτασης χώρες όπου δεν σημειώθηκε συρρίκνωση.

Επιπλέον, τα δεδομένα σχετικά με τις εκτάσεις συγκομιδής προσαρμόστηκαν για τη λήψη πληροφοριών σχετικά με τις φυτεμένες εκτάσεις: για τις ετήσιες καλλιέργειες, έγινε δεκτό ότι η αύξηση της καλλιεργούμενης έκτασης ισούται με την αύξηση της έκτασης συγκομιδής. Για τις (ημι)μόνιμες καλλιέργειες, ελήφθη υπόψη το ποσοστό της καλλιεργούμενης έκτασης που δεν συγκομίζεται επειδή τα φυτά δεν έχουν ακόμη ωριμάσει. Το ζαχαροκάλαμο πρέπει να αναφυτεύεται περίπου κάθε πέντε χρόνια, ωστόσο γίνονται μόνο τέσσερις συγκομιδές, καθώς κατά το πρώτο έτος δεν έχει ακόμη ωριμάσει. Τα φοινικόδεντρα αναφυτεύονται περίπου κάθε 25 χρόνια και καρποφορούν τα τελευταία 22 χρόνια από αυτά.

Για τις περισσότερες καλλιέργειες χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων [FAOstat 2008], που δείχνει την περιοχή που συγκομίστηκε ανά ημερολογιακό έτος. Μόνο για το φοινικέλαιο επιλέχθηκαν στοιχεία από το [USDA 2008], καθώς διαθέτει δεδομένα για όλες τις εκτάσεις με ώριμα φοινικόδεντρα, ακόμη και για έτη που η συγκομιδή εμποδίστηκε λόγω πλημμυρών. Η βάση δεδομένων περιλαμβάνει επίσης περισσότερες χώρες για την εν λόγω καλλιέργεια.

Πίνακας: Σύνοψη πηγών δεδομένων στην ανάλυση GIS του WRI.

Σύνολο δεδομένων	Πηγή
Έκταση δασικών και τυρφοδών εκτάσεων	
Δενδροκάλυψη το 2000	Hansen κ.ά. 2013
Τυρφώνες	Miettinen κ.ά. 2016
Αποψίλωση	
Απώλεια δενδροκάλυψης	Hansen κ.ά. 2013 (+ ετήσιες επικαιροποιήσεις στο GFW)
Αποψίλωση για την παραγωγή βασικών προϊόντων	Curtis κ.ά. 2018
Επέκταση του φοινικέλαιου, 2000-2015 (για εκτίμηση της αποψίλωσης σε τυρφόδεις εκτάσεις)	
Ινδονησία, Μαλαισία	Miettinen κ.ά. 2016
Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG)	
Υέργεια βιομάζα	Zarin κ.ά. 2016
Δεδομένα έκτασης καλλιεργειών και βοσκοτόπων	
MapSPAM (φυσική περιοχή)	IFPRI και IIASA 2016
EarthStat	Ramankutty κ.ά. 2008

Βιβλιογραφία

Curtis, C., C. Slay, N. Harris, A. Tyukavina, M. Hansen. 2018. “Classifying Drivers of Global Forest Loss.” *Science* 361: 1108-1111. doi: 10.1126/science.aau3445.

Graesser, J., Aide, T. M., Grau, H. R., & Ramankutty, N. (2015). Cropland/pastureland dynamics and the slowdown of deforestation in Latin America. *Environmental Research Letters*, 10(3), 034017. <http://doi.org/10.1088/1748-9326/10/3/034017>Hansen, M. P. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. Stehman, S. Goetz, T. Loveland et al. 2013. “High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change.” *Science* 341: 850-853. doi: 10.1126/science.1244693.

International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). 2016. “Global Spatially-Disaggregated Crop Production Statistics Data for 2005 Version 3.2”, *Harvard Dataverse* 9. doi: 10.7910/DVN/DHXBJX.

IPCC 2003: Penman J., M. Gytandky, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger, R. Pipatti, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, Ngara, K. Tanabe et al. 2003. “Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry.” *Institute for Global Environmental Strategies for the IPCC*. Japan.

Miettinen, J., C. Shi, and S. C. Liew. 2016. “Land Cover Distribution in the Peatlands of Peninsular Malaysia, Sumatra, and Borneo in 2015 with Changes since 1990.” *Global Ecology and Conservation* 6: 67–78. doi: [10.1016/j.gecco.2016.02.004](https://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.02.004)

Ramankutty, N., A. Evan, C. Monfreda, and J. Foley. 2008. “Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000». *Global Biogeochemical Cycles* 22. doi:10.1029/2007GB002952.

Selvaradjou S., L. Montanarella, O. Spaargaren, D. Dent, N. Filippi, S. Dominik. 2005. “European Digital Archive of Soil Maps (EuDASM) – Metadata on the Soil Maps of Asia.” *Office of the Official Publications of the European Communities*. Luxembourg.

Wahyunto, S. Ritung, H. Subagio. 2003. “Maps of Area of Peatland Distribution and Carbon Content in Sumatra, 1990-2002.” *Wetlands International – Indonesia Programme & Wildlife Habitat*. Canada.

Wahyunto, S. Ritung, H. Subagio. 2004. “Maps of Area of Peatland Distribution and Carbon Content in Kalimantan, 1990-2002.” *Wetlands International – Indonesia Programme & Wildlife Habitat*. Canada.

Zarin, D., N. Harris, A. Baccini, D. Aksenov, M. Hansen, C. Azevedo-Ramos, T. Azevedo, B. Margono, A. Alencar, C. Gabris et al. 2016. “Can Carbon Emissions from Tropical Deforestation Drop by 50% in 5 Years?” *Global Change Biology* 22: 1336-1347. doi: [10.1111/gcb.13153](https://doi.org/10.1111/gcb.13153)