



ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΞΕΝΩΝ ΓΛΩΣΣΩΝ ΜΕΤΑΦΡΑΣΗΣ ΚΑΙ
ΔΙΕΡΜΗΝΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ:

Advanced Environmental Monitoring with remote sensing time
series data and R, Chapter 2: Environmental Applications of
medium Resolution Remote Sensing imaging (Alexanda
Gemitzi)

Φοιτήτρια : **ΚΑΤΣΙΓΙΑΝΝΑΚΗ ΜΑΡΙΑ**

A.M. : **2016070**

Επιβλέπων Καθηγητής : **ΚΕΡΑΜΙΔΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ**

ΜΙΧΑΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Γ.

ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΠΑΣΧΑΛΗΣ

ΚΕΡΚΥΡΑ 2021

Πίνακας Περιεχομένων:

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ MODIS	4
2.2 ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ MODIS: ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	12
Πρόσβαση στα δεδομένα MODIS LST	14
Διαχείριση δεδομένων και φιλτράρισμα.....	16
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΊΑ	43

Κατάλογος Πινάκων:

Πίνακας 1.2.1 Λίστα επιπέδων για το προϊόν MOD11A2 που αντιστοιχεί στην 49η μέρα του 2000*	16
Πίνακας 2.2.2 Εξαγωγή επιπέδων LST και επίπεδων Ποιότητας	18
Πίνακας 3.2.3 Κατασκευή του Πίνακα Ποιότητας.....	19
Πίνακας 4.2.4. Καθορισμό των κριτηρίων φιλτραρίσματος.....	20
Πίνακας 5.2.5. Συνάρτηση καθορισμού τάσης.....	22
Πίνακας 6.2.6 Επεξεργασία με πολλαπλούς πυρήνες επεξεργασίας	23
Πίνακας 7.2.7 Υπολογισμοί Παλινδρόμησης	24

Κατάλογος σχημάτων:

Σχήμα 1.2.1	21
Σχήμα 2.2.2	25

Preface

Earth is a remarkable planet. Not only because it supports life but also of its ability to react to external and internal stresses. Earthquakes, volcanic eruptions, storm surges, landslides, wildfires, tides are among the numerous natural phenomena that affect Earth and cause changes at various scales. Throughout Earth's history tremendous changes have happened and have altered the environment and climate of the planet. From the Carboniferous period with the boosting vegetation to the Permian-Triassic extinction event and from Late Triassic with the arrival of dinosaurs to the Cretaceous-Paleogene extinction event and to the Cenozoic mammal evolution, Earth experienced unbelievable changes, that brought dramatic impacts on life. Climate changes, with warming and cooling periods have affected Earth many times in the past and are nowadays accelerating due to human activities. No one can decide on the positive or negative character of those changes through the geological history. But the one thing all of us can be sure of is that Earth will continue to change, as any other living creature, until the unavoidable end. Life is tightly connected to the environment and any changes on it are reflected on living organisms. From the beginning of human history, people explored Earth trying to acquire knowledge related to the evolution of life and environment. Despite the efforts devoted to environmental monitoring, only recently did humans manage to achieve a complete picture of Earth and its environment, as global scale observations were restricted by technological constraints. Recent advances of space, satellite and information technology, facilitated global observations that can detect even minor changes not only on Earth's atmosphere and surface but also in the subsurface. Results indicate beyond any doubt, the changing nature of our Earth. It remains on science to answer the question on how those

changes can contribute to the benefit of life and on policy makers to adopt sustainable solutions for the future of our planet.

Πρόλογος

Η Γη είναι ένας αξιοθαύμαστος όχι μόνο επειδή υποστηρίζει τη ζωή αλλά και επειδή έχει την δυνατότητα να αντιδρά σε εξωτερικές και εσωτερικές πιέσεις. Σεισμοί, ηφαιστειακές εκρήξεις, γίδες, κατολισθήσεις, πυρκαγιές, παλίρροιες, βρίσκονται ανάμεσα σε πολυάριθμα φυσικά φαινόμενα που επηρεάζουν τη γη και προκαλούν αλλαγές σε ποικίλες κλίμακες. Σε όλη την ιστορία του πλανήτη φοβερές αλλαγές συνέβησαν και άλλαξαν το περιβάλλον και το κλίμα του πλανήτη. Από την περίοδο του Λιθανθρακοφόρου με την αύξηση της βλάστησης μέχρι την Περμο-Τριαδική εξαφάνιση και από το Άνω Τριαδικό με την εμφάνιση των δεινοσαύρων του μέχρι την εξαφάνιση Κρητιδικού – Παλαιογενούς και την εξέλιξη των θηλαστικών κατά το Καινοζωικό,

η γη βίωσε απίστευτες αλλαγές, που επέφεραν δραματικές επιδράσεις στην ζωή. Κλιματικές αλλαγές με θερμές και ψυχρές περιόδους επηρέασαν τη γη πολλές φορές στο παρελθόν και τώρα επιταχύνονται λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Κανείς δεν μπορεί να αποφασίσει για τον θετικό ή αρνητικό χαρακτήρα αυτών των αλλαγών μέσα από την γεωλογική ιστορία. Αλλά το μόνο πράγμα για το οποίο όλοι είμαστε σίγουροι είναι ότι η γη θα συνεχίσει να αλλάζει, όπως κάθε άλλο ζωντανό πλάσμα μέχρι το αναπόφευκτο τέλος. Η ζωή είναι στενά συνδεδεμένη με το περιβάλλον και οποιαδήποτε αλλαγή αντικατοπτρίζεται σε ζωντανούς οργανισμούς. Από την αρχή της ιστορίας του ανθρώπου, οι άνθρωποι εξερεύνησαν τη γη προσπαθώντας να αποκτήσουν γνώση που σχετίζεται με την εξέλιξη της ζωής και του περιβάλλοντος. Παρά τις προσπάθειες που αφιερώνονται για την περιβαλλοντική καταγραφή, μόνο πρόσφατα οι άνθρωποι κατάφεραν να επιτύχουν μια ολοκληρωμένη εικόνα της γης και το περιβάλλον της, επειδή οι παγκόσμιας κλίμακας παρατηρήσεις ήταν ανέφικτες λόγω τεχνολογικών περιορισμών. Πρόσφατες εξελίξεις στις τεχνολογίες του διαστήματος, των δορυφόρων και της πληροφορικής διευκόλυναν τις παγκόσμιες παρατηρήσεις που μπορούν πλέον να ανιχνεύσουν ακόμη και τις πιο μικρές αλλαγές όχι μόνο πάνω στην ατμόσφαιρα και την επιφάνεια της Γης αλλά και το υπέδαφος. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν πέρα από κάθε αμφιβολία την μεταβαλλόμενη φύση της Γης μας. Παραμένει στην επιστήμη να απαντήσει στην ερώτηση για το πώς αυτές οι αλλαγές μπορούν να συνεισφέρουν προς όφελος της ζωής και στους πολιτικούς να υιοθετήσουν βιώσιμες λύσεις για το μέλλον του πλανήτη μας.

Introduction

Alexandra Gemitzi

Orcid.org/0000-0002-8479-7955

Abstract

In this introduction section the basic categories of remote sensing are defined together with their specific applications and limitations. During the last and the present centuries amazing advances in environmental monitoring have happened due to an impressive break through in the satellite and sensor technologies. Traditionally we have been regarding remotely sensed products as airborne or satellite images that quantify the amount of reflected and/or emitted in specific channels of the electromagnetic spectrum. What can we really regard as remote sensing has become a wider concept and comprise also missions that detect other properties of the environment than the radiative ones. Finally, it is explained how our focus book has been divided into its various chapters.

Remote sensing in its broader meaning, is the process of defining the physical characteristics of an area by means of a flying device either aircraft or satellite. Most of the times we consider remote sensing as a technique that measures the reflected and emitted radiation of the Earth's surface. However, remote sensing comprises also methods that are not related to monitoring of any kind of radiation, but they focus on detecting indirectly some physical properties of Earth such as gravitational and magnetic field. Those latter have been mostly part of geophysical surveying, traditionally being performed on the ground using hand-held instruments. Nowadays remote sensing measurements of gravitational and magnetic field have become very popular and there are considered as standard remotely sensed techniques as well.

Remotely sensed systems can be categorized based on the detection properties of sensors (sensitivity to various spectral areas like optical, infrared or microwave radiation), the way they monitor radiation (passive or active), the orbit altitude, the type of orbit e.g. geostationary or polar. Other important factors are various types of resolution, e.g. spatial resolution, temporal resolution, radiometric resolution, spectral resolution. Each system provides products for specific applications, e.g. most of the meteorological satellites operate at an altitude of 800 to 1500 km, on a polar or near polar sun synchronous orbit. Geostationary orbiting satellites with a much higher

altitude of 36.000 km, rotate at a speed of approximately 3 km/sec, same as the rotational speed of Earth and therefore they seem to be stationary. Their applications are mostly focused to telecommunications, but they are also very useful at monitoring continent wide weather and environmental conditions.

Our book focuses on remotely sensing missions devoted to global environmental monitoring. Those are of polar or near polar sun synchronous orbits, and they usually operate at an altitude of 600 to 800 km, providing improved ground observations, as the target area is viewed each revisit time at the same illumination conditions especially concerning the angle of the incoming Sun radiation. Nevertheless, the wide applicability of each remote sensing product is dependent not only on merely scientific factors, like those mentioned above, but also on the cost and the easiness of accessibility of the available data sets. We have to admit that we are lucky enough, not only as scientists but also as individuals, to have access to a vast quantity of free remotely sensed environmental information. What one really needs to know is where to find it through the numerous available web services and perhaps most importantly how to process all this information. Our book will guide the reader through the procedures of accessing and handling of the freely available state of the art remotely sensed products and take advantage of the open data access platforms. Our work focuses on global environmental monitoring missions that have been operating for at least two decades and that have been undergone rigorous reliability checks, which provide nowadays a long enough time series suitable for unveiling global but also regional and local environmental changes. Categorization of those products was based on their spatial and temporal resolution as those factors play a crucial role on their applicability to various environmental assessments.

Περίληψη

Σε αυτό το εισαγωγικό τμήμα οι βασικές κατηγορίες τηλεπισκόπησης ορίζονται με τις συγκεκριμένες εφαρμογές και περιορισμούς. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων αιώνων απίστευτες εξελίξεις στην περιβαλλοντική παρακολούθηση συνέβησαν χάρη σε μια τεράστια πρόοδο στις τεχνολογίες των δορυφόρων και των αισθητήρων. Παραδοσιακά, θεωρούσαμε τα τηλεπισκοπικά προϊόντα ως αεροφωτογραφίες ή δορυφορικές εικόνες που ποσοτικοποιούν την ανακλώμενη ή την εκπεμπόμενη ακτινοβολία σε συγκεκριμένα κανάλια του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Τι μπορούμε πραγματικά να θεωρήσουμε ως τηλεπισκόπηση έχει γίνει μια ευρύτερη έννοια και περιλαμβάνει επίσης αποστολές που ανιχνεύουν άλλες ιδιότητες του περιβάλλοντος εκτός από την ακτινοβολία. Τελικά, περιγράφεται πώς το βιβλίο διαιρέθηκε σε διάφορα κεφάλαια.

Η τηλεπισκόπηση στην ευρύτερη έννοια της, είναι η διαδικασία του καθορισμού των φυσικών χαρακτηριστικών μιας περιοχής μέσω μιας ιπτάμενης συσκευής είτε πρόκειται για αεροσκάφος είτε για δορυφόρο. Τις περισσότερες φορές θεωρούμε την τηλεπισκόπηση ως μια τεχνική που μετράει την ανακλώμενη και εκπεμπόμενη ακτινοβολία της επιφάνειας της Γης. Ωστόσο, η τηλεπισκόπηση περιλαμβάνει επίσης μεθόδους που δεν σχετίζονται με καταγραφή ακτινοβολίας, αλλά επικεντρώνονται στο να ανιχνεύσουν εμμέσως μερικές φυσικές ιδιότητες της Γης όπως το βαρυτικό και το μαγνητικό πεδίο. Αυτά τα τελευταία ήταν κυρίως μέρος της γεωφυσικής έρευνας, παραδοσιακά εκτελούνταν στο έδαφος χρησιμοποιώντας εξοπλισμό χειρός. Σήμερα, οι μετρήσεις τηλεπισκόπησης βαρυτικού και μαγνητικού πεδίου έγιναν πολύ διαδεδομένες και θεωρούνται πλέον ως τυπικές τεχνικές τηλεπισκόπησης.

Τα συστήματα τηλεπισκόπησης μπορούν να κατηγοριοποιηθούν βασισμένα στις ιδιότητες ανίχνευσης των αισθητήρων (ευαισθησία σε διάφορες φασματικές περιοχές όπως οπτική, υπέρυθρη ή μικροκυματική ακτινοβολία) ή στον τρόπο καταγραφής της ακτινοβολίας (παθητική ή ενεργητική), το υψόμετρο της τροχιάς, το είδος της τροχιάς π.χ. γεωστατική ή πολική. Άλλοι σημαντικοί παράγοντες είναι τα διάφορα είδη ανάλυσης π.χ. χωρική ανάλυση, χρονική ανάλυση, ραδιομετρική ανάλυση, φασματική ανάλυση. Κάθε σύστημα παρέχει προϊόντα για συγκεκριμένες εφαρμογές π.χ. περισσότεροι από τους μετεωρολογικούς δορυφόρους λειτουργούν σε υψόμετρο των 800 με 1500 χμ, σε πολική ή σε κοντινή πολική ηλιοσύγχρονη τροχιά. Οι γεωστατικοί δορυφόροι που βρίσκονται σε τροχιά σε πολύ μεγαλύτερο υψόμετρο της τάξης των 36.000 χμ, περιστρέφονται με ταχύτητα περίπου 3 km/λεπτό ίδια με την

περιστροφική ταχύτητα της Γης και γι' αυτό μοιάζουν να είναι στατικοί. Οι εφαρμογές τους επικεντρώνονται κυρίως στις τηλεπικοινωνίες, αλλά είναι επίσης πολύ χρήσιμοι στην καταγραφή των καιρικών και περιβαλλοντικών συνθηκών σε ηπειρωτικό επίπεδο.

Το βιβλίο μας στοχεύει σε αποστολές τηλεπισκόπησης με στόχο την παγκόσμια περιβαλλοντική καταγραφή. . Αυτές εκτελούν πολικές ή σχεδόν πολικές ήλιο-σύγχρονες τροχιές, και συνήθως λειτουργούν σε υψόμετρο των 600 με 800 χμ, παρέχοντας βελτιωμένες επίγειες παρατηρήσεις, καθώς η κάθε περιοχή παρατηρείται σε κάθε περιστροφήστις ίδιες συνθήκες φωτισμού ιδιαίτερα όσον αναφορά την γωνία της εισερχόμενης ακτινοβολίας του Ήλιου. Εντούτοις, η ευρεία εφαρμοσιμότητα του κάθε προϊόντος τηλεπισκόπησης εξαρτάται όχι μόνο από επιστημονικούς παράγοντες, σαν αυτούς που αναφέρθηκαν πιο πάνω, αλλά επίσης από το κόστος και την ευκολία της πρόσβασης στα διαθέσιμων δεδομένα. Πρέπει να παραδεχτούμε ότι είμαστε αρκετά τυχεροί, όχι μόνο σαν επιστήμονες, αλλά και σαν άνθρωποι, να έχουμε πρόσβαση σε μια πληθώρα από δωρεάν περιβαλλοντικές πληροφορίες τηλεπισκόπησης. Κάτι που πρέπει να ξέρει σίγουρα κάποιος, είναι που να τις βρει μέσα από τις πολυάριθμες διαθέσιμες διαδικτυακές υπηρεσίες και ίσως το πιο σημαντικό είναι πώς να επεξεργαζόμαστε όλη την πληροφορία. Το βιβλίο μας θα κατευθύνει τον αναγνώστη μέσα από διαδικασίες πρόσβασης και επεξεργασίας των δωρεάν διαθέσιμων υπερσύγχρονων προϊόντων τηλεπισκόπησης και εκμεταλλεύεται τις πλατφόρμες ανοιχτής πρόσβασης σε δεδομένα. Η δουλειά μας επικεντρώνεται σε παγκόσμιες αποστολές περιβαλλοντικών καταγραφών που έχουν λειτουργήσει για τουλάχιστον δύο δεκαετίες στις οποίες έχουν γίνει αυστηροί έλεγχοι αξιοπιστίας, παρέχοντας έτσι μια αρκετά μακριά χρονοσειρά κατάλληλη για την καταγραφή των παγκόσμιων. περιφερειακών αλλά και τοπικών περιβαλλοντικών μεταβολών. Η κατηγοριοποίηση αυτών των προϊόντων βασίστηκε στη χωρική και χρονική ανάλυσή τους καθώς αυτές οι παράμετροι παίζουν σημαντικό ρόλο στην εφαρμοσιμότητα τους σε ποικίλες περιβαλλοντικές αξιολογήσεις.

2.1 Εισαγωγή: Βασικές Πληροφορίες για τα προϊόντα MODIS

Τα προϊόντα από το Φασματοραδιομέτρου Μεσαίας Ανάλυσης MODIS διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες σύμφωνα με το επίπεδο της προεπεξεργασίας και τις εφαρμογές για τις οποίες προορίζονται. Έτσι τα προϊόντα Επιπέδου 1 (Level 1) προσφέρουν τις ανεπεξέργαστες ανακλαστικότητες, πληροφορίες σχετικά με τις νεφοκαλυμμένες περιοχές, καθώς και πεδία γεωαναφοράς. Τα προϊόντα υψηλότερου επιπέδου, που αφορούν στο έδαφος, την ατμόσφαιρα ή την κρυόσφαιρα παράγονται από το MODIS Adaptive Processing System (MODAPS) και διανέμονται στην επιστημονική κοινότητα μέσω τριών κέντρων δεδομένων (DAACs) (<https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/index.php>). Το προϊόντα MODIS που περιγράφουν το χρώμα των ωκεανών καθώς και τη θερμοκρασία επιφάνειας θάλασσας παρέχονται από το Ocean Color Data Processing System (OCDPS). Όλα τα προϊόντα MODIS έχουν δύο βασικές πηγές πληροφορίας, τα σύνολα δεδομένων MODIS Aqua και MODIS Terra. Οι βασικές διαφορές μεταξύ αυτών των δύο πηγών σχετίζεται με τους κύκλους τροχιάς των δύο αυτών δορυφόρων. Έτσι, ο δορυφόρος Terra περιστρέφεται περνώντας από βορράς προς νότο και τέμνει το Ισημερινό το πρωί, ενώ ο Aqua ακολουθεί μια απογευματινή τροχιά, δηλαδή περνάει από νότο προς βορρά και τέμνει τον Ισημερινό το απόγευμα. Η διαφορά στις τροχιές προκαλεί διαφορές στις λήψεις των εικόνων λόγω διαφοράς στη γωνία ζενίθ του ήλιου, αλλά και στις διαφορετικές συνθήκες νεφοκάλυψης για τις ημερήσιες εικόνες MODIS. Παρά τις διαφορές στην πηγή αλλά και των υπόλοιπων διαφορών τα προϊόντα MODIS χρησιμοποιούν τους ίδιους αλγόριθμους για τα διάφορα προϊόντα εδάφους, ανεξάρτητα αν προέρχονται από τον Aqua ή τον Terra. Αφού τα δεδομένα των λωρίδων σάρωσης επεξεργαστούν, παράγονται δεδομένα κανάβου (grid) σε ημερήσιο, πολύ-ήμερο (8-ήμερο, 16-ήμερο και μηνιαίο) καθώς και ετήσιο χρονικό βήμα. Η χωρική ανάλυση των δεδομένων κανάβου κυμαίνεται από 250 μέτρα μέχρι 5600 μέτρα. Σήμερα, στην πιο πρόσφατη συλλογή προϊόντων MODIS, δηλαδή στη συλλογή 6, 156 επιστημονικά προϊόντα από τους Aqua, Terra, ή και από συνδυασμό των δύο, παρέχονται δωρεάν στην επιστημονική κοινότητα, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών παραμέτρων, όπως οι δείκτες φυτοκάλυψης, η Συνάρτηση Κατανομής Ανάκλασης Διπλής Κατεύθυνσης (Bidirectional Reflectance Distribution

Function - BRDF)/ Λευκαύγεια (Αλμπέντο - Albedo), η Θερμοκρασία Επιφανείας Εδάφους (LST)/Εκπεμπσιμότητα, οι καμένες περιοχές, οι θερμικές ανωμαλίες, και οι φωτιές, η κάλυψη της γης, η ολική και καθαρή πρωτογενής παραγωγικότητα και η καθαρή εξατμισιδιαπνοή.

Στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζονται τρεις εφαρμογές των ευρέως χρησιμοποιούμενων προϊόντων εδάφους, μαζί με κώδικες σε γλώσσα R, για την προμήθεια και επεξεργασία των δεδομένων.

2.2 ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ MODIS: ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Οι όροι «θερμοκρασία επιφάνειας» και «θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους» χρησιμοποιούνται συχνά σε επιστημονικές εφαρμογές και αναφέρονται σε τρεις διαφορετικές έννοιες με διαφορετικές φυσικές αρχές μέτρησης. Έτσι ο όρος θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους, που στο εξής θα αναφέρεται ως LST, μπορεί να αναφέρεται στη ραδιομετρική θερμοκρασία επιφανείας (ή θερμοκρασία φλοιού), στη θερμοκρασία αέρα στην επιφάνεια (που καθορίζεται ως η θερμοκρασία στο ύψος περίπου 1.5 -2 μέτρων) , ή στην αεροδυναμική θερμοκρασία (που επίσης καθορίζεται ως θερμοκρασία στο ύψος περίπου του 1/10 των ανωμαλιών του εδάφους). Η χρήση διαφορετικής ορολογίας για διαφορετικές έννοιες φυσικών παραμέτρων προκαλεί αμφισημίες και δυσκολίες στην ανάλυση των δεδομένων, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για διεπιστημονικές περιβαλλοντικές εφαρμογές (Jin and Dickinson 2010). Λαμβάνοντας υπόψη ότι δεν υπάρχουν άμεσες μέθοδοι μέτρησης της αεροδυναμικής θερμοκρασίας, αυτή η ιδιότητα συνήθως συνδέεται με την LST (Chehbouni et al. 1996), και συνεπώς οι κλιματικές μελέτες υλοποιούνται είτε με ανάλυση δεδομένων θερμοκρασίας αέρα ή LST. Στις κλιματικές μελέτες πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι η LST είναι η ραδιομετρική θερμοκρασία επιφανείας που μετράται με ραδιόμετρα υπέρυθρου (IR) τα οποία μετρούν την θερμική εκπομπή από την επιφάνεια του εδάφους (Jin and Dickinson 2010) μόνο κατά τη διάρκεια ημερών με καθαρό ουρανό, λόγω του ότι η υπέρυθρη θερμική ακτινοβολία δεν διαπερνά τα σύννεφα για να

φτάσει στους δορυφόρους. Η ατμοσφαιρική εξασθένιση θα πρέπει να αφαιρείται όταν μετράμε την LST μέσω δορυφορικών αποστολών. Είναι ευρέως γνωστό ότι το όζον της ατμόσφαιρας απορροφά την περισσότερη από την ακτινοβολία που προέρχεται από το έδαφος, αλλά υπάρχει ένα συγκεκριμένο φασματικό παράθυρο όπου υπάρχει ελάχιστη απώλεια και αυτό είναι το παράθυρο με συχνότητες 10 μ m με 13 μ m (Qin et al. 2001). Έτσι αυτό το φασματικό παράθυρο έχει επιλεγεί για τα θερμικά κανάλια των αισθητήρων MODIS, καθώς και άλλων γνωστών δορυφορικών πλατφορμών όπως η Landsat θεματική χαρτογράφηση και η NOAA-AVHRR (Mildrexler, Zhao, and Running 2011).

Η LST διαφέρει από τη θερμοκρασία αέρα . Η LST μπορεί να θεωρηθεί ως το αίσθημα ζέστης όταν ακουμπάμε τη γήινη επιφάνεια. Από την άλλη, η θερμοκρασία αέρα μετριέται σε ύψος 1.5 μέτρου πάνω από το έδαφος με διάφορους αισθητήρες, συμπεριλαμβανομένων των θερμοστορ, των θερμοζευγών και των θερμομέτρων υδραρφύρου, προστατευμένων από ακτινοβολία και επαρκώς αεριζόμενων (Mildrexler, Zhao, and Running 2011). Η LST συσχετίζεται θετικά με τη θερμοκρασία αέρος, ενώ η ισχύς της σχέσης εξαρτάται από την κάλυψη της γης και τις συνθήκες των νεφών (Mildrexler, Zhao, and Running 2011; Gallo et al. 2011).

Οι μέσες διαφορές μεταξύ θερμοκρασίας αέρα και LST αναφέρονται σε $< 2^{\circ}\text{C}$ υπό νεφοκάλυψη και $> 2^{\circ}\text{C}$ υπό καθαρό ουρανό (Gallo et al. 2011). Οι Mildrexler, Zhao, and Running (2011) αναφέρουν ότι επειδή η LST είναι στενά συνδεδεμένη με τα θερμοδυναμικά και τα χαρακτηριστικά εκπομπής της γήινης επιφάνειας, ίσως να είναι πιο κατάλληλη παράμετρος για τον υπολογισμό μέσων όρων της παγκόσμιας θερμοκρασίας με την αρχή της ακτινοβολίας – αγωγής (Pielke et al. 2007). Η επιστημονική κοινότητα έχει συγκεκριμένες απαιτήσεις σχετικά με την ακρίβεια των δορυφορικών δεδομένων χωρικής ανάλυσης 1 με 10 κμ και αυτή ανέρχεται σε 0.5°C – 2°C (Wang, Liang, and Meyers 2008). Τέτοια ακρίβεια καθιστά τα προϊόντα LST χρήσιμα και αποδεκτά για μετεωρολογικές, υδρολογικές και γεωπονικές εφαρμογές. Τα δεδομένα MODIS LST έχουν αξιολογηθεί εκτενώς μέσω διαφόρων ερευνητικών εργασιών (Coll et al. 2005; Wang, Liang, and Meyers 2008; Z Wan and Li 2008; Lu et al. 2018), και η ακρίβειά τους ανέρχεται σε 1°C για επιφάνειες με γνωστή εκπεμπτικότητα (emissivity) (Z. Wan et al. 2002; Wang, Liang, and Meyers 2008).

Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα δεδομένα MODIS LST διατίθενται από το 2000, με ημερήσια και νυχτερινή λήψη LST, την υψηλή τους ακρίβεια και την ελεύθερη πρόσβαση σε αυτά, θεωρείται ότι τα δεδομένα αυτά είναι state of the art. Αυτός είναι και ο λόγος που η επιστημονική κοινότητα έδειξε τόσο ενθουσιασμό στα προϊόντα MODIS LST που αποτελούν πλέον στάνταρ δεδομένα εισόδου για τις περιβαλλοντικές μελέτες και έρευνες.

Πρόσβαση στα δεδομένα MODIS LST

Οι επιστήμονες που ασχολούνται με την κλιματική έρευνα και η χρήση περιβαλλοντικών δεδομένων τηλεπισκόπησης πρέπει να αποφασίσουν σχετικά με το ποιο προϊόν είναι πιο κατάλληλο για το σκοπό της έρευνάς τους. Επίσης πρέπει να βρουν τρόπο πρόσβασης και ανάλυσης των δεδομένων, έτσι ώστε να εξάγουν αξιόπιστα αποτελέσματα. Η Συλλογή 6 είναι η πιο σύγχρονη συλλογή δεδομένων MODIS, η οποία παράγεται με έναν βελτιωμένο αλγόριθμο, ενώ έχει επαληθευτεί με επιπλέον ελέγχους σε σχέση με τη Συλλογή 5. Το προϊόν MxD11 από μια ένα ταινιωτό (swath) δευτέρου επιπέδου προϊόν (Level 2) (MxD11_L2/) και έξι προϊόντα κανάβου (MxD11A1, MxD11A2, MxD11B1, MxD11C1, MxD11C2, and MxD11C3) (Zhengming Wan 2013) (<https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod11.php>).

Η κύρια βελτίωση στα προϊόντα MxD11, τα οποία έχουν αναφερθεί να υποεκτιμούν την LST, με μεροληψία που ανέρχεται στους 3 – 5K προς το κρύο, στις ξηρές και ημίξηρες περιοχές (Hulley et al. 2016), είναι η διόρθωση του σφάλματος αυτού στα προϊόντα της Συλλογής 6 MxD21, που αποτελούνται από δύο ταινιωτά προϊόντα δευτέρου επιπέδου και έξι προϊόντα κανάβου τρίτου επιπέδου (Level 3). Τα προϊόντα του δευτέρου επιπέδου (Level 2) είναι ημερήσια ταινιωτά δεδομένα LST/Εκπεμπσιμότητας που προέρχονται από 5 λεπτές καταγραφές με χωρική ανάλυση 1 km και ονομάζονται MOD21_L2 (Terra) και MYD21_L2 (Aqua). Το επίπεδο 3 (Level 3) περιλαμβάνει δεδομένα 1 km σε κανάβο, σε παγκόσμιο επίπεδο σε ημιτονοειδή προβολή, με ονομασίες Land Surface Temperature/ Emissivity Ημερήσια L3 Παγκόσμια 1 km SIN Grid Ημέρας (MOD21A1D/ MYD21A1D), Land Surface Temperature/Emissivity Ημερήσια L3 Παγκόσμια 1km SIN Grid Νύχτας (MOD21A1N/MYD21A1N), και Land Surface Temperature/Emissivity 8-ημερα L3 Παγκόσμια 1km (MOD21A2/MYD21A2) (<https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod21.php>). Προς το παρόν πάντως τα δεδομένα MxD21 LST δίνονται με

προαιρετική ωριμότητα και καλύπτουν μικρότερη χρονοσειρά (από το 2000 ως το 2005) λόγω τεχνικών προβλημάτων στην μπάντα καταγραφής 29 μετά το 2005. Έτσι στο παρόν βιβλίο τα δεδομένα MxD11 χρησιμοποιούνται.

Η NASA έχει αναπτύξει πολλά εργαλεία και πόρους για την απόκτηση και διαχείριση των δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων εργαλείων για το κατέβασμα, υλικό τηλε-εκπαίδευσης και διαδικτυακών σεμιναρίων, υπηρεσίες ιστού και κώδικες H/Y. Τα εργαλεία για την πρόσβαση στα δεδομένα περιλαμβάνουν τις εξής εφαρμογές:

AppEARS (<https://lpdaac.usgs.gov/tools/appeears/>) για αναζήτηση, δημιουργία υποσυνόλων και αποκωδικοποίηση της ποιότητας, Data Pool (<https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/>) για απευθείας κατέβασμα των δεδομένων; LDOPE (<https://lpdaac.usgs.gov/tools/ldope/>) για την αποκωδικοποίηση της ποιότητας, NASA Earthdata Search (<https://lpdaac.usgs.gov/tools/earthdata-search/>) για αναζήτηση, δημιουργία υποσυνόλων, παραγγελία, απευθείας κατέβασμα αλλά και αναζήτηση σε προεπισκόπηση εικόνων, DAAC2Disk Utility (https://lpdaac.usgs.gov/tools/daac2_diskscripts/) για απευθείας κατέβασμα; USGS EarthExplorer (<https://lpdaac.usgs.gov/tools/usgs-earthexplorer/>) για αναζήτηση, απευθείας κατέβασμα και αναζήτηση σε προεπισκόπηση εικόνων. Όποια πλατφόρμα και να επιλέξουν οι χρήστες, συστήνεται να γίνεται πάντα προσεκτική ανάγνωση του εγχειριδίου οδηγιών χρήστη για το συγκεκριμένο προϊόν MODIS, που δίνονται από τις επιστημονικές ομάδες της NASA.

Μια χρήσιμη εφαρμογή για δημιουργία υποσυνόλων και για κατέβασμα δεδομένων εδάφους MODIS μαζί με κώδικες R για την επεξεργασία των δεδομένων και την οπτικοποίησή τους είναι το (Εργαλείο Παγκόσμιων Υποσυνόλων) Global Subsets Tool (<https://modis.ornl.gov/cgi-bin/MODIS/global/subset.pl>). Μια μοναδική δυνατότητα αυτής της εφαρμογής είναι ότι ακόμη και χρήστες χωρίς ιδιαίτερη εμπειρία μπορούν να δημιουργήσουν υποσύνολα και να έχουν πρόσβαση σε φιλτραρισμένα δεδομένα και να χρησιμοποιήσουν διάφορους χωρικούς και χρονικούς στατιστικούς δείκτες για πολλές περιβαλλοντικές μεταβλητές.

Πολλοί χρήστες πάντως προτιμούν να γράψουν το δικό τους κώδικα για να έχουν άμεση πρόσβαση στα δεδομένα MODIS μέσω των προγραμματιστικών περιβαλλόντων R (www.r-project.org/) ή Python (www.python.org/)

Δωρεάν διαθέσιμες προγραμματιστικές πηγές για τη διαχείριση των δεδομένων MODIS υπάρχουν στην πλατφόρμα για προγραμματιστές GitHub (<https://github.com/>). Και τα δύο αυτά εργαλεία προγραμματισμού, δηλαδή η R και η Python όπως και άλλες εμπορικές πλατφόρμες όπως το Matlab (www.mathworks.com/), υποστηρίζουν συναρτήσεις και παρέχουν πακέτα για την πρόσβαση, δημιουργία υποσυνόλων τόσο σε χωρικό όσο και σε χρονικό επίπεδο, τροποποίηση της προβολής, αλλαγή μεγέθους, ένωση παρακείμενων περιοχών, κλιμάκωση και μετατροπή σε χρονοσειρές των προϊόντων MODIS. Ένα εύχρηστο και φιλικό προς το χρήστη για απευθείας πρόσβαση και προεπεξεργασία για δεδομένα της Συλλογής 5 και 6 του MODIS είναι το πακέτο MODISTsp (Busetto and Ranghetti 2019). Αφού προεπεξεργαστούν τα δεδομένα, μια χρονοβόρα εργασία πρέπει να ακολουθήσει και αυτή είναι το φιλτράρισμα. Το φιλτράρισμα είναι ουσιώδες έτσι ώστε να διασφαλιστεί ότι μόνο τα δεδομένα με καλή ποιότητα διατηρούνται για να λάβουν μέρος στους μετέπειτα υπολογισμούς, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα επιστημονικώς αξιόπιστα.

Διαχείριση δεδομένων και φιλτράρισμα

Αφού κατέβουν τα δεδομένα που ζητήθηκαν για την LST είτε ως Ιεραρχική Μορφή Δεδομένων (IMΔ) (Hierarchical Data Format (HDF)) ή σε μορφή Geotif, ο φάκελος εργασίας θα είναι παρόμοιος με αυτόν που φαίνεται στον Πίνακα 2.1, όπου έχει παρθεί εικόνα των 11 Geotif αρχείων του MOD11A2 (8-Day Land Surface Temperature/3-Band Emissivity from Terra at 1 km spatial resolution) για την 49^η ημέρα του 2000. Οι 8-ήμερες τιμές LST είναι ο μέσος όρος των ημερήσιων LST του MxD11A1 προϊόντος, για το διάστημα των 8 ημερών, όπου η ημερομηνία του κάθε αρχείου αντιστοιχεί στην πρώτη μέρα του 8 -ημέρου.

Πίνακας 1.2.1 Λίστα επιπέδων για το προϊόν MOD11A2 που αντιστοιχεί στην 49η μέρα του 2000*

MOD11A2.A2000049.h19v04.006.2015058135052_Clear_sky_days

MOD11A2.A2000049.h19v04.006.2015058135052_Clear_sky_nights

MOD11A2.A2000049.h19v04.006.2015058135052_Day_view_angle

MOD11A2.A2000049.h19v04.006.2015058135052_Day_view_time
MOD11A2.A2000049.h19v04.006.2015058135052_Emis_31
MOD11A2.A2000049.h19v04.006.2015058135052_Emis_32
MOD11A2.A2000049.h19v04.006.2015058135052_LST_Day_1km
MOD11A2.A2000049.h19v04.006.2015058135052_LST_Night_1km
MOD11A2.A2000049.h19v04.006.2015058135052_Night_view_angl
MOD11A2.A2000049.h19v04.006.2015058135052_Night_view_time
MOD11A2.A2000049.h19v04.006.2015058135052_QC_Day
MOD11A2.A2000049.h19v04.006.2015058135052_QC_Night

* Τα δεδομένα έχουν κατέβει και έχουν δημιουργηθεί υποσύνολα με το πακέτο R MODISrsp (Busetto and Ranghetti 2019).

Σημειώνεται ότι το δεύτερο συνθετικό του ονόματος, δηλαδή το A2000049, περιέχει την Ημέρα Του Χρόνου (Day Of Year – DOY) της οκταήμερης περιόδου καταγραφής, και το τρίτο συνθετικό, δηλαδή του h19v04, τοποθετεί οριζόντια (από 0 ως 35) και κάθετα (από 0 ως 17) τον αντίστοιχο κομμάτι δεδομένων MODIS. Ο αριθμός της Συλλογής αποθηκεύεται στα επόμενα τρία ψηφία, ενώ το τελευταίο τμήμα του ονόματος περιέχει την ημερομηνία και ώρα παραγωγής. Και στα δύο 8-ημερα προϊόντα Aqua και Terra (MxD11A2), οι ημερήσιες και νυχτερινές καταγραφές συνδυάζονται σε ένα μοναδικό προϊόν, το οποίο περιέχει διαφορετικά σετ δεδομένων για την LST, τον έλεγχο της ποιότητας (QC), τη γωνία και ώρα λήψης για την ημέρα και τη νύχτα αντίστοιχα (Hulley et al. 2016). Έτσι, ολόκληρο το σύνολο των δεδομένων αποτελείται από αρχεία για την ημέρα και τη νύχτα και καλύπτει την περίοδο από την ημέρα 49 του 2000 μέχρι την ημέρα 49 του έτους 2019, για μια περιοχή στην βορειοανατολική Ελλάδα, δηλαδή 874 ημερομηνίες. Ο συνολικός αριθμός των αρχείων για όλη την περίοδο για την ημερήσια και νυχτερινή LST είναι 10,488 και το μέγεθός τους περίπου 8.5 MB για μια γεωγραφική περιοχή 7km x 7 km (49 τετραγωνικά χιλιόμετρα). Τα δεδομένα μπορούν να κατέβουν και σε HDF, με κάθε ένα να περιέχει 11 επίπεδα που αντιστοιχούν στα 11 Geotifs για κάθε ημερήσια και νυχτερινή ημερομηνία.

Πίνακας 2.2 Εξαγωγή επιπέδων LST και επιπέδων Ποιότητας

Πίνακας 2.2.2 Εξαγωγή επιπέδων LST και επίπεδων Ποιότητας

```
library(raster)
rlist=list.files(getwd(), pattern=glob2rx("*LST_Day*.tif"), full.names=FALSE)
# reads only LST files from the list of files in the working directory
rlist_QC=list.files(getwd(), pattern=glob2rx("*QC_Day*.tif"), full.names=FALSE)
# reads only QC files from the list of files in the working directory
for(i in rlist) { assign(unlist(strsplit(i, ".tif")), raster(i)) } # creates raster for each LST file
for(i in rlist_QC) { assign(unlist(strsplit(i, ".tif")), raster(i)) } # creates raster for each QC file
a<-stack(rlist) # creates a raster stack for LST layers
a<-a*0.02 # scale factor for Kelvin
b<-stack(rlist_QC) # creates a raster stack for QC layers
# We no longer need raster layers in the memory, so we may now remove them:
rm(list = ls()[grepl("MOD", ls())])
```

Στον Πίνακα 2.2, δίνεται είναι δείγμα από κώδικα R για να εξαχθούν μόνο τα ημερήσια LST και QC επίπεδα από ολόκληρη τη λίστα των αρχείων. Η διαχείριση των ψηφιδωτών αρχείων (raster) επιτυγχάνεται μέσω του πακέτου R raster (Hijmans 2017). Το κείμενο μετά από το σύμβολο # είναι σχόλια και δεν εκτελούνται. Τώρα έχουμε δύο πολυεπίπεδα αρχεία (stacks) στη μνήμη, το αρχείο a και το b, το καθένα από τα οποία έχει 874 επίπεδα. Κάθε επίπεδο αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη ημερομηνία.

Οι χρήστες πριν ξεκινήσουν για το φιλτράρισμα, προτείνεται να διαβάσουν την περιγραφή του υπό επεξεργασία προϊόντος και τα αντίστοιχα Επιστημονικά Σύνολα Δεδομένων (Scientific Data Sets - SDS) περιέχονται στο Εγχειρίδιο Χρήσης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση αναφερόμαστε στο Εγχειρίδιο Χρήσης της Συλλογής 6 των προϊόντων MODIS Land Surface Temperature (Zhengming Wan 2013) για να πάρουμε πληροφορία για τον τύπο των δεδομένων, τις μονάδες μέτρησης, το έγκυρο εύρος των τιμών, τις τιμές συμπλήρωσης, καθώς και τον παράγοντα κλιμάκωσης για κάθε Επιστημονικό Σύνολο Δεδομένων (SDS). Στη συγκεκριμένη έκθεση, ο Πίνακας 9 δίνει τον τύπο των δεδομένων για τα επίπεδα ποιότητας (QC layers) που για το

συγκεκριμένο προϊόν είναι 8-μπιτος ακέραιος χωρίς πρόσημο. Επιπρόσθετα, χρειαζόμαστε πληροφορίες για τον τρόπο αποκωδικοποίησης των 8-μπιτων αριθμών στο επίπεδο ποιότητας. Μπορούμε να βρούμε τις πληροφορίες αποκωδικοποίησης στον Πίνακα 13 του Zhengming. Τώρα είναι εύκολο να γράψουμε λίγες γραμμές κώδικα R ώστε να απορρίψουμε τα πιξελ (ψηφίδες) που δεν είναι καλής ποιότητας για κάθε επίπεδο του πολυεπίπεδου LST αρχείου.

Επειδή τα επίπεδα ποιότητας είναι σε 8-μπιτη ακέραιη χωρίς πρόσημο μορφή, ένα σύνολο από 256 πιθανούς συνδυασμούς, ο οποίοι μπορούν να καθοριστούν μέσω των ακόλουθων γραμμών R στον Πίνακα 2.3 (που επίσης δίνεται από την ομάδα της NASA στο

GitHub (https://github.com/ornl daac/modis_webservice_qc_filter_R/):

Πίνακας 3.2.3 Κατασκευή του Πίνακα Ποιότητας

```
# Here an empty table with 256 rows and 13 columns is created to store quality flags
QC_Data <- data.frame(
  Integer_Value = 0:255, Bit7 = NA, Bit6 = NA, Bit5 = NA, Bit4 = NA, Bit3 = NA,
  Bit2 = NA, Bit1 = NA, Bit0 = NA, Mandatory_QA = NA, Data_Quality = NA,
  Emiss_Err = NA, LST_Err = NA)

# Loop through each 8-bit integer and assign 0s and 1s to the QC bit columns
for (i in QC_Data$Integer_Value) {
  AsInt <- as.integer(intToBits(i)[1:8])
  QC_Data[i+1,2:9] <- AsInt[8:1] # Flip to big endian}

# Describe the QC bits based on the criteria outlined in the MODIS product
table

QC_Data$Mandatory_QA[QC_Data$Bit1 == 0 & QC_Data$Bit0==0] <- 'LST
GOOD'
QC_Data$Mandatory_QA[QC_Data$Bit1 == 0 & QC_Data$Bit0==1] <- 'LST
Produced,Other Quality'
QC_Data$Mandatory_QA[QC_Data$Bit1 == 1 & QC_Data$Bit0==0] <- 'No
Pixel,clouds'
QC_Data$Mandatory_QA[QC_Data$Bit1 == 1 & QC_Data$Bit0==1] <- 'No
Pixel, Other QA'
QC_Data$Data_Quality[QC_Data$Bit3 == 0 & QC_Data$Bit2==0] <- 'Good
Data'
QC_Data$Data_Quality[QC_Data$Bit3 == 0 & QC_Data$Bit2==1] <- 'Other
Quality'
QC_Data$Data_Quality[QC_Data$Bit3 == 1 & QC_Data$Bit2==0] <- 'TBD'
QC_Data$Data_Quality[QC_Data$Bit3 == 1 & QC_Data$Bit2==1] <- 'TBD'
QC_Data$Emiss_Err[QC_Data$Bit5 == 0 & QC_Data$Bit4==0] <- 'Emiss
Error <= .01'
```

(Continued)

```

QC_Data$Emiss_Err[QC_Data$Bit5 == 0 & QC_Data$Bit4==1] <- 'Emiss Err
<=.02'
QC_Data$Emiss_Err[QC_Data$Bit5 == 1 & QC_Data$Bit4==0] <- 'Emiss Err
<=.04'
QC_Data$Emiss_Err[QC_Data$Bit5 == 1 & QC_Data$Bit4==1] <- 'Emiss Err
> .04'
QC_Data$LST_Err[QC_Data$Bit7 == 0 & QC_Data$Bit6==0] <- 'LST Err <=
1K'
QC_Data$LST_Err[QC_Data$Bit7 == 0 & QC_Data$Bit6==1] <- 'LST Err <=
3K'
QC_Data$LST_Err[QC_Data$Bit7 == 1 & QC_Data$Bit6==0] <- 'LST Err <=
2K'
QC_Data$LST_Err[QC_Data$Bit7 == 1 & QC_Data$Bit6==1] <- 'LST Err >
3K'

```

Τώρα θα πρέπει να αποφασίσουμε ποια κριτήρια φιλτραρίσματος ταιριάζουν καλύτερη στην ανάλυσή μας. Σε αυτήν την περίπτωση θα φιλτράρουμε τα πίκσελ που δεν παρήχθησαν λόγω νεφοκάλυψης (ακέραιες τιμές =2ή 3) και πίκσελ «άλλης ποιότητας» με σφάλμα LST >2K (Μπιτ0=1 και Μπιτ1=0 και Μπιτ6 διάφορο του 0). Πρέπει να αναφερθεί ότι κάθε ερευνητική εργασία έχει τις δικές της απαιτήσεις όσον αφορά το φιλτράρισμα και οι επιστήμονες θα πρέπει να καθορίζουν τα κριτήρια φιλτραρίσματος σε σχέση με τους διαφορετικούς τύπους μελετών. Αφού καθοριστούν τα κριτήρια φιλτραρίσματος, λαμβάνεται υποσύνολο του Πίνακα Ποιότητας το οποίο περιλαμβάνει μόνο τις γραμμές που αντιστοιχούν στα κριτήρια για τα πίκσελ που επιθυμούμε να απορρίψουμε από τους μετέπειτα υπολογισμούς (Πίνακας 2.4). Το αποτέλεσμα του φιλτραρίσματος μπορεί να γίνει ορατό στο Σχήμα 2.1.

Πίνακας 4.2.4. Καθορισμό των κριτηρίων φιλτραρίσματος

```

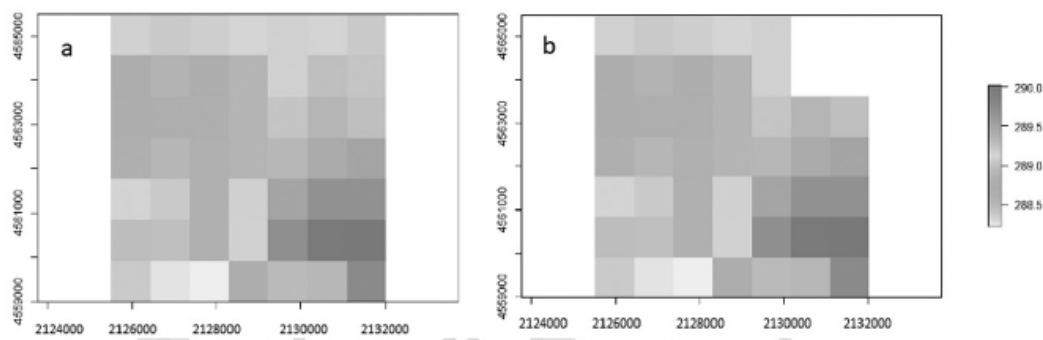
# Filtering procedure
QC_Data <- QC_Data[QC_Data$Bit0 == 1 & QC_Data$Bit1 == 0 & QC_
Data$Bit6 != 0 | QC_Data$Integer_Value %in% c(2, 3),]
rownames(QC_Data) <- NULL
filter <- QC_Data$Integer_Value
b <- b %in% filter
a_filtered<-mask(a,b, maskvalue = 1)

```

Σχήμα 2.1 . Ημερήσια LST (σε βαθμούς Kelvin) από το προϊόν MOD11A2 (οκταήμερα σύνολα) για την 57^η ημέρα του 2000 σε μια περιοχή 49κμ2 στην

βορειοανατολική Ελλάδα, α) πριν το φιλτράρισμα, β) μετά το φιλτράρισμα. Οι συντεταγμένες δίνονται στη MODIS ημιτονοειδή προβολή.

Σχήμα 1.2.1



Χρήση των δεδομένων MODIS για περιβαλλοντικές εφαρμογές

Αφού φιλτραριστεί η χρονοσειρά των εικόνων είναι έτοιμη για περιβαλλοντικές αξιολογήσεις και πολυάριθμες ερευνητικές εργασίες έχουν δημοσιευτεί είτε σε παγκόσμια κλίμακα (Jin and Dickinson 2010; Mao et al. 2017), είτε σε επίπεδο χώρας (Eleftheriou et al. 2018; Zhou et al. 2016), ή σε περιφερειακό (Urqueta et al. 2018; Hutengs and Vohland 2016) είτε αφορούν τοπικές μελέτες επιπτώσεων (Huidong Li et al. 2019).

Ένα παράδειγμα μια εργασίας σε επίπεδο χώρας είναι αυτή που διενεργήθηκε στην Ελλάδα, και είχε στόχο να καθορίσει την ετήσια και εποχική ημερήσια και νυχτερινή τάση των MODIS LST, η οποία δημοσιεύτηκε από τους Eleftheriou et al. (2018).

Τις περισσότερες φορές οι εφαρμογές σε επίπεδο χώρας χρειάζονται δεδομένα από περισσότερα του ενός τεμάχια MODIS, δηλαδή τα h19v04, h19v05, και το h20v05, κατέβηκαν, δημιουργήθηκαν υποσύνολα και φιλτραρίστηκαν για να δημιουργηθεί η ημερήσια και νυχτερινή χρονοσειρά LST από το 2000 μέχρι το 2017, ακολουθώντας τη διαδικασία που περιγράφεται στις προηγούμενες ενότητες. Επειδή την περίοδο εκτέλεσης της εργασίας δεν υπήρχε η Συλλογή 6, η Συλλογή 5 του προϊόντος MODIS Level 3 LST and Emissivity 8-Day, το οποίο αποτελεί τους μέσους όρους κάθε οκταήμερου, της ημερήσιας LST 1km, των ημερών με καθαρό ουρανό στο συγκεκριμένο οκταήμερο. Στόχος της εργασίας ήταν να καταγραφεί η

μακροχρόνια τάση της ημερήσιας και νυχτερινής LST στη διάρκεια των 17 χρόνων. Στην περίπτωση αυτή, οι συγγραφείς επέλεξαν τη μέθοδο της παλινδρόμησης ελαχίστων τετραγώνων για την καταγραφή των τάσεων (Maselli 2004; Piao et al. 2011). Αυτή αποτελεί μια εύχρηστη μέθοδο για να βρεθούν απλές τάσεις σε όλη χρονοσειρά. Μια αποτελεσματική μέθοδος για να εκτελεστεί ανάλυση χρονοσειράς και να αποσυντεθεί αυτή σε τάση, εποχικότητα και υπόλοιπα μέρη, καθώς και να αναλυθεί η εποχικότητα και αλλαγές εντός της χρονοσειράς είναι η μέθοδος Breaks For Additive Season and Trend (BFAST) (Verbesselt et al. 2010; Verbesselt, Hyndman, and Culvenor 2010; Verbesselt and Herold 2012), ενώ ένα πολύ επεξηγηματικό εγχειρίδιο που συμπεριλαμβάνει και κώδικες R για την εφαρμογή της μπορεί να βρεθεί στο <https://verbe039.github.io/BFASTforAEO/>.

Παρακάτω οι χρήστες μπορούν να βρουν κώδικα R για την παλινδρόμηση ελαχίστων τετραγώνων. Πρέπει να θυμόμαστε ότι στην προηγούμενη ενότητα τους φιλτραρίσματος των δεδομένων, είχε πολυεπίπεδο αρχείο `a_filtered` με τη φιλτραρισμένα οκταήμερα επίπεδα LST.

Τώρα μια συνάρτηση για την καταγραφή της τάσης θα δημιουργηθεί, με όνομα `fun2`, με όρισμα `x` που αποτελεί το `a_filtered` που περνάει αργότερα στη `fun2` για να εκτελέσει γραμμική παλινδρόμηση σε επίπεδο πιξελ μέσω της συνάρτησης `calc()` (Πίνακας 2.5).

Πίνακας 5.2.5. Συνάρτηση καθορισμού τάσης

```
time <- 1:nlayers(a_filtered) # determines time steps
# Function to detect time trends
fun2 <- function(x) {
  if (is.na(x[1])){ # detects if all pixels of the time series are NA, e.g. in sea areas
    return(cbind(NA,NA,NA)) # in case all pixels are NA then the result will be NA }
  m = lm(x~time) # constructs the linear model
  s <- summary(m) # a variable that holds the statistics of the regression
  sl <- s$coefficients[2,1] # computes slope of the linear model
  r2 <- s$r.squared # computes the r-squared of the regression
  # the next line detects statistical significance of the model (p value)
  pf<- pf(s$fstatistic[1], s$fstatistic[2], s$fstatistic[3],lower.tail = FALSE)
  cbind(r2, pf, sl) # holds together
} # end of fun2
```

Σε όλες τις περιπτώσεις, ο χρήστης πρέπει να έχει υπόψη θέματα που αφορούν σε υπολογιστικούς περιορισμούς λόγω του τεράστιου όγκου τέτοιων σετ δεδομένων, ειδικά όταν ευρείες γεωγραφικές περιοχές εξετάζονται και μεγάλα πολυεπίπεδα αρχεία εμπλέκονται. Κάποιες συμβουλές για να μειωθεί ο υπολογιστικός φόρτος και να εξοικονομηθεί χρόνος συνδέονται με τη χρήση παράλληλης επεξεργασίας. Ένα παράδειγμα R κώδικα για πολύ-πύρηνη επεξεργασία με τη χρήση του πακέτου R snow (Tierney et al. 2018) δίνεται στον Πίνακα 2.6.

Εναλλακτικά, για μικρές περιοχές ο χρήστης μπορεί να μεταβεί στους υπολογισμούς της παλινδρόμησης (Πίνακας 2.7) άμεσα, χωρίς τη χρήση παράλληλων υπολογισμών.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών των χρονικών τάσεων στην μια περιοχή 7 κμ x 7 κμ της προηγούμενης ενότητας στη βορειοανατολική Ελλάδα μπορούν να βρεθούν στο Σχήμα 2.2. Οι χρήστες θα πρέπει να έχουν υπόψη ότι μόνο ένα μικρό τμήμα των πιξελ δίνουν στατιστικά σημαντικές τάσεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι πιξελ αφαιρούνται από τη χρονοσειρά κατά το φιλτράρισμα λόγω νεφοκάλυψης,

Πίνακας 2.6 Επεξεργασία με πολλαπλούς πυρήνες επεξεργασίας

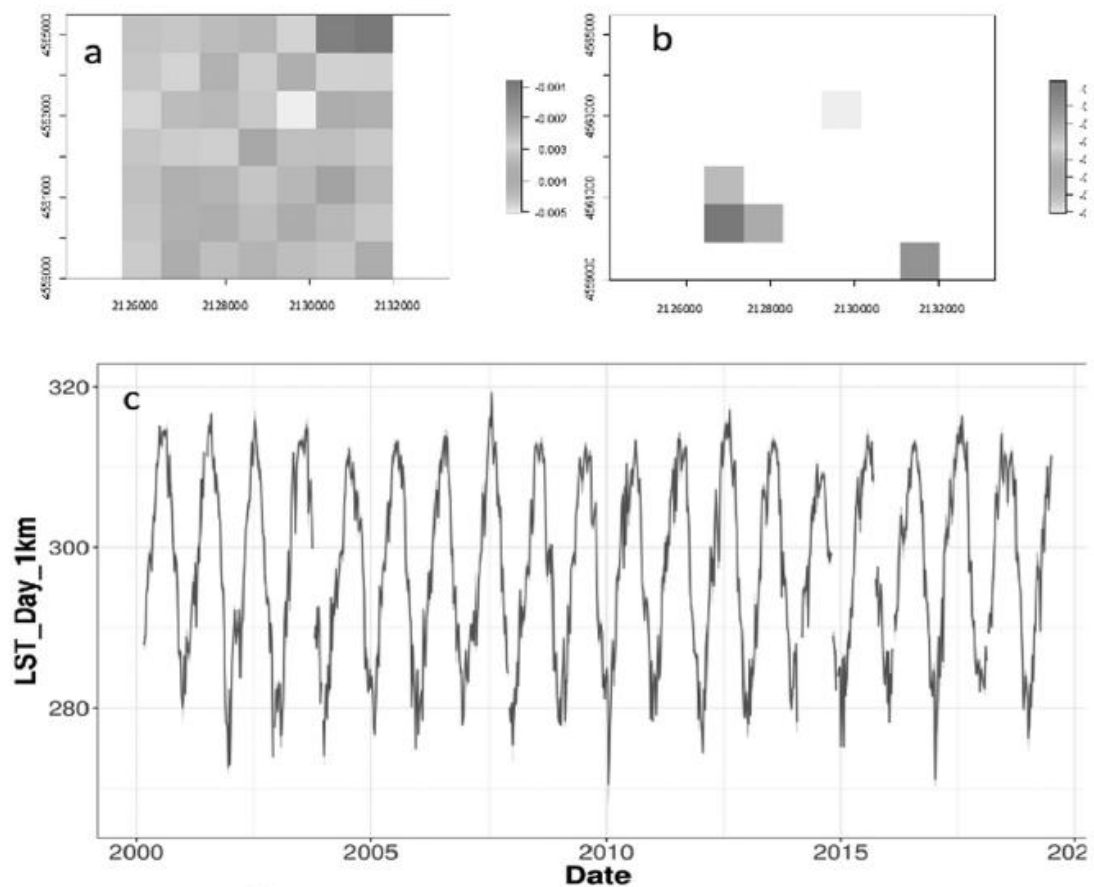
Πίνακας 6.2.6 Επεξεργασία με πολλαπλούς πυρήνες επεξεργασίας

```
beginCluster(4) # a cluster of four processor is initiated
# the next line uses clusterR function to apply fun2 to each pixel
z1 <- clusterR(a_filtered, calc, args=list(fun=fun2), export='time')
endCluster()
```

Πίνακας 7.2.7 Υπολογισμοί Παλινδρόμησης

```
# Application of fun2 using the calc function of the raster package. Calc applies  
a function on  
# a pixel basis from a raster object of a multi-layer raster e.g. stack. r3 is a raster  
stack with  
# three layers. The first one holds the r-squared of the regression line for each pixel,  
# the second the p-values of statistical significance, and the third layer the slope of  
# the regression line.  
r3 <- calc(a_filtered, fun2)  
r3[r3[[2]] > 0.05] <- NA # deletes pixel values with p-value > 0.05  
plot(r3) # plots the three layers of r3 stack. See Figure 2.2.  
writeRaster(r3[[3]], "sl", format = "GTiff") # writes the raster of slope values in  
Geotif  
me<-cellStats(r3[[3]],mean) # computes the mean value of statistically  
significant trends in  
# the study area
```

Σχήμα 2.2.2



Σχήμα 2.2. Κλίση γραμμής τάσης ημερήσιας LST (σε βαθμούς Kelvin/8 ημέρες) α) πριν και β) μετά τη αφαίρεση των πιξελ με μη στατιστικά σημαντικές τάσεις (p τιμές >0.05) και γ) γράφημα με τον μέσο όρο για το υποσύνολο για ολόκληρη τη χρονική περίοδο. Οι συντεταγμένες δίνονται σε MODIS ημιτονοειδή προβολή, η LST σε βαθμούς Kelvin.

Κάτι που αποτελεί το κύριο μειονέκτημα των τηλεπισκοπικών προϊόντων τα οποία υπολογίζονται μέσω των οπτικών ή κοντινών υπέρυθρων φασματικών παραθύρων.

Η ίδια μεθοδολογία και κώδικες εφαρμόστηκαν για τα τρία τεμάχια MODIS Που καλύπτουν την Ελλάδα, σε ετήσια αλλά και εποχική βάση. Τα αποτελέσματα που δημοσιεύτηκαν από τους Eleftheriou et al. (2018), έδειξαν μια γενική μείωση της ημερήσιας LST σε όλη τη χώρα, ετήσια και σε όλες τις εποχές, εκτός από το χειμώνα.

Η νυχτερινή LST, που αντιστοιχεί στην ελάχιστη LST, έδειξε αυξητική τάση τόσο ετήσια όσο και εποχική, υποδηλώνοντας ότι κι η ετήσια αλλά και η εποχική LST μειώνονται. Αυτό το μοτίβο της αυξανόμενης νυχτερινής και της μειούμενης ημερήσιας LST, αντιστοιχεί σε μειούμενο ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος, που μπορεί να ληφθεί ως ένας δείκτης κλιματικής αλλαγής.

Γενικά, μείωση ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος θερμοκρασίας αέρα ή LST, υποδεικνύει πιθανές επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής, ενώ επιφανειακές συνθήκες όπως η αυξανόμενη αστικοποίηση μπορεί να θεωρηθούν επίσης ως γενεσιουργά αίτια (Qu, Wan, and Hao 2014; Sun, Pinker, and Kafatos 2006; Zhou et al. 2016).

Παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματα των δορυφορικών παρατηρήσεων, οι χρήστες θα πρέπει να έχουν υπόψη ότι υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί σχετικά με συγκεκριμένα τηλεπισκοπικά προϊόντα. Έτσι, η νεφοκάλυψη, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, η τοπογραφία, καθώς και η χωρική ανάλυση είναι οι πιο κοινοί περιοριστικοί παράγοντες που έχουν ταυτοποιηθεί από τους επιστήμονες (Jin and Dickinson 2010).

Ειδικά για τις αποτιμήσεις σχετικά με την κλιματική αλλαγή, με τη χρήση τηλεπισκοπικών προϊόντων, οι επιστήμονες πρέπει να έχουν υπόψη τους θέματα πιθανών μεροληψιών στους υπολογισμούς, με πιο προφανή αυτή της διαθεσιμότητας των παρατηρήσεων μόνο σε συνθήκες καθαρού ουρανού.

Επιπρόσθετα, όταν η μέση ημερήσια θερμοκρασία αποτελεί την παράμετρο στόχο, οι χρήστες θα πρέπει να έχουν υπόψη ότι εκτίμηση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας ως μέσου όρου δύο στιγμιαίων μετρήσεων που είναι η περίπτωση του MODIS και άλλως προϊόντων LST εισάγει μεροληψία (Dall'Amico and Hornsteiner 2006).

Πάντως, πρόσφατες μελέτες εκτίμησαν τη μέση θερμοκρασία επιφανείας σε παγκόσμιο επίπεδο με τη χρήση δεδομένων MODIS. Έτσι, οι Mao et al. (2017), κάνοντας χρήση μιας περιόδου 12 χρόνων, από το 2001 ως το 2012, με παγκόσμια MODIS LST δεδομένα, έφτασαν στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει μια συγκεκριμένη απάντηση σχετικά με την παγκόσμια θέρμανση, επειδή αν και οι περισσότερες περιοχές του Ν. Ημισφαιρίου φαίνεται να γίνονται θερμότερες, υπάρχουν πολλές

περιοχές που ψύχονται, όπως οι κεντρικές και ανατολικές περιοχές του Ειρηνικού Ωκεανού, οι βόρειες περιοχές του Ατλαντικού Ωκεανού, η Βόρεια Κίνα, , Μογγολία, νότιες περιοχές της Ρωσίας, δυτικές περιοχές του Καναδά και της Αμερικής, οι ανατολικές και βόρειες περιοχές της Αυστραλίας και το νότιο τμήμα της Αφρικής.

Επίσης, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι η χρονοσειρά των διαθέσιμων δεδομένων τηλεπισκόπησης, καλύπτει μια περίοδο στην καλύτερη περίπτωση 30 χρόνων, και ακόμα και σε αυτές τις περιπτώσεις, οι αποτιμήσεις σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής πρέπει να γίνονται με μεγάλη προσοχή και να εκλαμβάνονται ως πιθανώς ενδεικτικές της κλιματικής αλλαγής και όχι ως αδιάσειστα στοιχεία.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ & ΕΙΔΙΚΟΣ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Η έννοια της μετάφρασης

Σύντομη αναδρομή θεωριών της μετάφρασης

Ο Ιβάνοβιτς (2004, στο Italiano & Rossner, 2014: 32) υποστήριξε πως οι απαρχές της μετάφρασης εντοπίζονται στη παραβολή του Πύργου της Βαβέλ, στο βιβλίο της Γένεσης. Σύμφωνα με αυτή τη παραβολή κάπου στη Μεσοποταμία χτιζόταν από τους ανθρώπους ο Πύργος της Βαβέλ, και ως απώτερο σκοπό είχαν το να αγγίζει τον ουρανό. Τότε ο Θεός λόγω της βλασφημίας τους, σύγχυσε τις γλώσσες των ανθρώπων και τους ανάγκασε να διασκορπιστούν στον τότε γνωστό κόσμο και δημιουργήθηκαν έτσι τα διάφορα έθνη.

Υποστηρίζεται ακόμη, πως οι απόψεις πάνω στη μετάφραση δίστανται εξαιτίας της εξέλιξης της διαγλωσσικής επικοινωνίας μεταξύ των ανθρώπων (Nida & Taber 1969: στο Πάνου 2013: 3). Ακόμη, ο Nida (1991:19) επεσήμανε πως από τη τρίτη χιλιετία π.Χ. ήδη δημιουργούνταν οι λίστες δίγλωσσων λέξεων στην Μεσοποταμία και αυτές αποτέλεσαν τις βάσεις για τη διερμηνεία και τη μετάφραση. Επιπρόσθετα στο έργο του αυτό, ο Nida (1991) διατύπωσε την άποψη του πάνω στο θέμα της θεωρίας της μετάφρασης. Ο ίδιος υποστήριξε ότι η μεγάλη ποικιλία διαφορετικών θεωριών και υποθεωριών μετάφρασης που έχουν διατυπωθεί ανά τα χρόνια οφείλεται στο γεγονός ότι οι διαδικασίες της μετάφρασης μπορούν να θεαθούν από διαφορετική οπτική γωνία όπως π.χ. το ύφος, τη πρόθεση του συγγραφέα, τη ποικιλομορφία των γλωσσών, τις διαφορές των αντίστοιχων πολιτισμών, τα προβλήματα που

δημιουργούνται από τη διαπροσωπική επικοινωνία κτλ. Οι Guttinger (1963), Vazquez Ayora (1977) και Wilss (1988), (στο Nida, 1991:20), ήταν μερικοί απ' αυτούς που ασχολήθηκαν με το ευρύ φάσμα των θεωριών της μετάφρασης και τις δυσκολίες με τις οποίες έρχεται κανείς αντιμέτωπος στον τομέα της μετάφρασης.

Παρακάτω λοιπόν θα παραθέσω ένα μικρό 'ανθολόγιο' διαπιστώσεων και θεωριών από αυθεντίες του αντικειμένου.

- «Σπουδή της μετάφρασης σημαίνει σπουδή της γλώσσας», (Steiner ,2004: Τσίγκου 2012:4).
- «Ότι ισχύει για τη γλώσσα, ισχύει *mutatis mutandis* και για τη μετάφραση» (Κεντρωτής ,2000 στο Τσίγκου 2012:4).
- «Η μετάφραση συνίσταται στην αντικατάσταση των κειμενικών στοιχείων μιας γλώσσας από ισοδύναμα στοιχεία μίας άλλης γλώσσας» (Catford, 1965 στο Τσίγκου 2012:4).
- «Η μετάφραση είναι κατ' αρχήν, μία γλωσσική διαδικασία κατά την οποία ο μεταφραστής περνά από τη μία γλώσσα στην άλλη και, πιο συγκεκριμένα, μεταφέρει τόσο τη 'σημασία' όσο και τη 'μορφή' ενός μηνύματος, όσο το δυνατόν 'πιστότερα' από ένα Α σύστημα-μια Α δομή – σ' ένα Β σύστημα – μια Β δομή» (Μπατσαλιά & Σελλά-Μάζη, 1994 στο Τσίγκου 2012:4).

Ορισμός της μεταφραστικής διαδικασίας

Καθώς δεν έχει επικρατήσει κάποιος συγκεκριμένος ορισμός για τη μετάφραση γι' αυτό και δημιουργείται σύγχυση. Σε πολλές επιστήμες, ο μελετητής όταν έρχεται αντιμέτωπος με κάποιο εμπόδιο του αντικειμένου του έχει τη δυνατότητα να ανατρέξει στη θεωρία και τους ορισμούς της επιστήμης του. Αντιθέτως, ο μεταφραστής δεν έχει αυτό το πλεονέκτημα.

Η μετάφραση είναι η μεταφορά του νοήματος, της δομής και του ύφους στοιχείων, φράσεων της γλώσσας –πηγής (Γ.Π.) προς τη γλώσσα-στόχο (Γ.Σ.). Είναι μία περίπλοκη και πολυδιάστατη διαδικασία η οποία απαιτεί ανάλυση, γνώση και κατανόηση της κάθε εμπλεκόμενης γλώσσας, αλλά και των πολιτιστικών-πολιτισμικών παραγόντων που συμβάλλουν στη δημιουργία και εξέλιξη κάθε γλώσσας. Παραδείγματος χάρη, ο Jakobson (1959) διακρίνει τριών ειδών μεταφράσεις:

- Ενδογλωσσικές (εντός της ίδιας γλώσσας, δηλ. παραφράσεις)
- Διαγλωσσικές (μεταξύ γλωσσών)
- Διασημειωτικές (μεταξύ σημειολογικών συστημάτων)

Αντιστοίχως, η Τσίγκου (2011:4) αναφερόμενη στην πολύπλοκη διαδικασία της μετάφρασης διαπίστωσε: «Η μετάφραση είναι μία διαγλωσσική διαδικασία μεταφοράς του νοήματος, της δομής και του ύφους- δηλαδή των επιλογών του δημιουργού σ' όλα τα γλωσσικά επίπεδα - το μορφολογικό, το συντακτικό και το λεξιλογικό - ενός κειμένου από τη γλώσσα αφετηρίας στη γλώσσα αφίξεως. Άρα, η μεταφραστική διαδικασία εμπεριέχει γλωσσική επεξεργασία, είτε πρόκειται για την ανάλυση του κειμένου της γλώσσας αφετηρίας, είτε για την αναδιατύπωση του νοήματος, της δομής και του ύφους του στη γλώσσα αφίξεως».

Η μεταφραστική αυτή διαδικασία για να ολοκληρωθεί απαιτεί γνώσεις μορφολογικές και υφολογικές προκειμένου ν' αποδοθεί πλήρως το νόημα απ' τη μία γλώσσα στην άλλη. Γι' αυτό το λόγο ανέκαθεν οι απόψεις δίστανται για το εάν η μετάφραση αποτελεί αυτόνομο κλάδο ή συγκαταλέγεται στον κλάδο της γλωσσολογίας καθώς η μετάφραση είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη γλωσσολογία και αλληλεπιδρούν η μία με την άλλη. Εάν σκεφτούμε ότι οι σπουδές της μετάφρασης είναι ένας αναπτυσσόμενος ακαδημαϊκός τομέας, κατανοούμε ότι λόγω της ποικιλίας και πολυπλοκότητας της ήταν δύσκολο να βρεθεί μια καθολική θεωρία στα προηγούμενα πενήντα έτη που να είναι κοινώς αποδεκτή.

Σύμφωνα με την Jacobson (1975) και τον De Man (1986), η προσπάθεια αυτή, δημιουργίας ενός εννοιολογικά, υφολογικά και σημασιολογικά ισοδύναμου από τη Γ.Π. προς τη Γ.Σ. ονομάστηκε διαγλωσσική μετάφραση. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, ο μεταφραστής οφείλει να γνωρίζει τους ιδιοτισμούς, τα χαρακτηριστικά και τα πολιτισμικά στοιχεία της κάθε γλώσσας. Με τα χρόνια έχει καταρριφτεί η πεποίθηση που επικρατούσε, δηλαδή πως η μετάφραση είναι μία εύκολη δραστηριότητα.

Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι οι στρατηγικές μετάφρασης - σύλληψη του νοήματος, επανέκφραση και έλεγχος του μεταφράσματος - διαφέρουν μεταξύ των αρχαρίων και των έμπειρων μεταφραστών. Μελετώντας τη συμβολή του γνωστικού παράγοντα στη μεταφραστική διαδικασία έχει παρατηρηθεί ότι η έννοια της μεταβίβασης της μάθησης και η έννοια της δημιουργικότητας εμποδίζουν ή

διευκολύνουν τον μεταφραστή να ξεπεράσει μεταφραστικές διαδικασίες. Οι γλωσσικές δεξιότητες του μεταφραστή, η νοητική αναπαράσταση του νοήματος, ανάλυση και κατανόηση, κατά την επεξεργασία των πληροφοριών, μπορούν να συνεισφέρουν στην μεταφραστική διαδικασία (Πολίτης, 2012:129).

Συμπεριλαμβανομένων των προαναφερθέντων παραγόντων ο μεταφραστής αναλαμβάνει να φέρει εις πέρας ένα χρονοβόρο και πολυσύνθετο έργο. Η διαδικασία της μετάφρασης είναι απαιτητική και ο μεταφραστής καλείται να παραγάγει ένα μετάφρασμα λαμβάνοντας υπόψη όλες τις συνιστώσες. Σε πολλές περιπτώσεις, όταν ένα κείμενο δεν μπορεί ν' αποδοθεί κατά λέξη ο μεταφραστής καλείται να δημιουργήσει ένα ορθό αποτέλεσμα ακόμη και αν αυτό δε μεταφέρει επακριβώς την κάθε λέξη αλλά το νόημα του πρωτοτύπου

Και αυτό εξαρτάται κάθε φορά από το είδος του πρωτοτύπου το οποίο αναλαμβάνει ο μεταφραστής αλλά και το ποιος θα είναι ο αποδέκτης του. Παραδείγματος χάριν, ακόμη και αν ο μεταφραστής κατέχει μία γλώσσα άπταιστα, αυτό δε συνεπάγεται πως αν δεν έχει τις εξειδικευμένες γνώσεις πάνω στο αντικείμενο που καλείται να μεταφράσει (π.χ. ιατρικό, νομικό κτλ.) θα παραγάγει ένα ακριβές μετάφρασμα. Λόγου χάριν, ο μεταφραστής έχει αναλάβει ένα επιστημονικό ιατρικό κείμενο, το οποίο όμως δε θα απευθύνεται μόνο σε ειδήμονες του είδους, θα χρειαστεί να επεξηγήσει τυχόν ιατρικούς όρους ή και να τους αποδώσει περιφραστικά προκειμένου το μετάφρασμα του να είναι κατανοητό για το ευρύ κοινό. Αντιθέτως, αν αυτό το κείμενο απευθυνόταν μόνο σε ιατρούς ή ανθρώπους που έχουν εξειδικευτεί στο αντικείμενο, δε θα χρειαζόταν να μπει σε αυτή τη διαδικασία καθώς οι αποδέκτες του μηνύματος θα ήταν ήδη γνώστες του αντικειμένου.

Ουσιαστικά, ο μεταφραστής παίρνει τη θέση του διαμεσολαβητή μεταξύ συγγραφέα- πομπού και αναγνώστη- δέκτη. Είναι αυτός ο οποίος οφείλει με το έργο του να μεταφέρει στον αναγνώστη το πνεύμα της μεταφραζόμενης γλώσσας αλλά και το στίγμα που επεδίωξε να αφήσει ο συγγραφέας, γνωρίζοντας πως δεν έχουν κανένα κοινό μεταξύ τους.

Ο Schleiermacher 1816, (στο Μήσιου, 2012:49) στο έργο του για τις μεταφράσεις υποστήριξε πως υπάρχουν μόνο δύο μέθοδοι για να καταστεί αυτό εφικτό, η «παράφραση» και η «δημιουργική διασκευή» ή «μίμηση». Σύμφωνα με τον ίδιο, η παράφραση χρησιμοποιείται κατά κόρον στην περίπτωση όπου δεν υπάρχει ισοδύναμη λέξη της γλώσσας πηγής στη γλώσσα στόχο. Αντίθετα, η μίμηση δέχεται τη διαφορετικότητα των γλωσσών και γι' αυτό δημιουργείται ένα σύνολο

απαρτιζόμενο από διαφορετικά τμήματα από αυτά του πρωτοτύπου, στοχεύοντας όμως στο να επιδρά με παρόμοιο τρόπο στους αποδέκτες του, όπως το πρωταρχικό κείμενο.

Είναι σημαντικό ακόμη να τονιστεί πως υπήρξαν, αλλά και υπάρχουν διαφωνίες στο χώρο της μετάφρασης ως προς το εάν η μετάφραση είναι τέχνη ή τεχνική. Έχει αποδειχθεί ανά τα χρόνια πως ποιητές ή και απλοί γνώστες διαφόρων γλωσσών αποδίδουν μεταφράσματα με ιδιαίτερα ταλαντούχο τρόπο και δίχως να κατέχουν τις γνώσεις του αντικειμένου της μετάφρασης και αντιστοίχως μεταφραστές που δεν κατέχουν τη δεξιότητα της μετάφρασης. Αυτό ήταν ένα από τα πρώτα δείγματα που οδήγησαν στη κατάρριψη της πεποίθησης πως η μετάφραση είναι μόνο τεχνική. Γλωσσολόγοι όπως οι Nida & Taber (1969) αποδέχτηκαν αυτό το γεγονός και θεώρησαν τη μετάφραση και επιστήμη αλλά και τέχνη καθώς προϋποθέτει το χάρισμα της μεταφραστικής δεξιότητας αλλά και τη κριτική σκέψη. Αξίζει ακόμη να σημειωθεί η άποψη που διατύπωσαν οι Μπατσαλιά & Σελλά-Μάζη (1994) πάνω σε αυτή τη θεώρηση ότι, «(...) η μεταφραστική ικανότητα είναι και Τέχνη και τεχνική. Είναι και ταλέντο και θεωρητική κατάρτιση. Είναι θείο δώρο και μια αρκετά περίπλοκη διαδικασία με τις δικές της τεχνικές και μεθόδους. Ο μεταφραστής, εάν δεν γεννηθεί μεταφραστής, γίνεται, εκπαιδεύεται».

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω κατανοούμε ότι η μετάφραση δεν είναι μόνο έμφυτο χάρισμα, αλλά και εξελισσόμενο. Ένα χαρακτηριστικό το οποίο μπορεί να βελτιστοποιηθεί με τη κατάλληλη κατάρτιση και τη κατάκτηση και χρήση τεχνικών του λόγου.

Μεταφραστικές τεχνικές των J. P. Vinay & J. Darbelnet.

Παρ'όλο που σε βάθος χρόνου διάφορες τεχνικές έχουν αναπτυχθεί για τη βοήθεια της μεταφραστικής διαδικασίας οι επικρατέστερες και πιο διαχρονικές παραμένουν αυτές των Vinay και Darbelnet.

Οι γλωσσολόγοι Vinay και Darbelnet ακολούθησαν πανομοιότυπη πορεία. Γεννήθηκαν και οι δύο στο Παρίσι και σπούδασαν στο πανεπιστήμιο της Sorbonne, για να μετακομίσουν αργότερα στον Καναδά. Στο έργο τους *Stylistique comparée du Français et de l' Anglais*, διατύπωσαν τις παρατηρήσεις τους πάνω στην επεξεργασία παράλληλων κειμένων του ζεύγους γλωσσών: Γαλλικής- Αγγλικής. Το έργο τους αμφισβητήθηκε ιδιαίτερα από πολλούς γλωσσολόγους όμως οι μέθοδοι και οι

τεχνικές τους δεν αντικαταστάθηκαν αλλά συνεχίζουν να διδάσκονται μέχρι και σήμερα.

Προκειμένου να αναπτύξουν τη θεωρία τους, οι Vinay & Darbelnet (1958:37) κατάτμησαν τα κείμενα σε μεταφραστικές μονάδες. Όρισαν ως μεταφραστική μονάδα: «το μικρότερο τμήμα του εκφωνήματος, στο εσωτερικό του οποίου η συνοχή μεταξύ των στοιχείων είναι τέτοια που δεν επιτρέπει να μεταφραστούν ξεχωριστά». Στη συνέχεια ανέπτυξαν επτά μεταφραστικές τεχνικές: 1) «Το δάνειο» 2) «το έκτυπο» 3) «την κατά λέξη μετάφραση» 4) «τη μετάταξη» 5) «τη μετατροπία» 6) «την ισοδυναμία» και 7) «την προσαρμογή». Στη συνέχεια διαίρεσαν αυτές τις τεχνικές σε δύο κατηγορίες, στην άμεση (δηλαδή κατά λέξη) και στην έμμεση μετάφραση έχοντας ως κριτήριο για το διαχωρισμό αυτό το βαθμό ευκολίας ή δυσκολίας τους.

Καταχώρησαν λοιπόν στην κατηγορία της άμεσης μετάφρασης τα εξής: δάνειο, έκτυπο και τη κατά λέξη μετάφραση, ενώ στην κατηγορία της έμμεσης μετάφρασης τη μετάταξη, τη μετατροπία, την ισοδυναμία και την προσαρμογή. Το δάνειο (emprunt) όπως αναφέρουν είναι ουσιαστικά το λέξιμα το οποίο μεταφέρεται αυτούσιο. Το έκτυπο (calque), σύνταγμα το οποίο μεταφέρεται κατά λέξη είτε σεβόμενο τους κανόνες και τις δομές αφίξεως (φραστικό έκτυπο) είτε εισάγοντας νέες (δομικό έκτυπο), και αφορά δύο το πολύ τρεις λέξεις. Η μετάταξη (transposition) προϋποθέτει αλλαγή μέρους του λόγου περνώντας από τη μία γλώσσα στην άλλη χωρίς ν' αλλάζει η σημασία. Η μετατροπία (modulation) εστιάζει στην αλλαγή σκοπιάς από την οποία αντιλαμβάνεται το μήνυμα ο ομιλητής κάθε γλώσσας. Η ισοδυναμία (equivalence) εστιάζει στην εύρεση αντίστοιχων επιφωνημάτων, ιδιωτισμών, παροιμιών, ρητών, εκφράσεων κτλ. Η προσαρμογή (adaptation) εύρεση αντίστοιχης πολιτισμικής ιδιαιτερότητας λόγω διαφοράς πολιτισμών μεταξύ της γλώσσας αφετηρίας και της γλώσσας αφίξεως. Ο πίνακας παραδειγμάτων από τους συγγραφείς:

Αγγλική :	He will soon be back.
Γαλλική:	Il ne tardera pas à rentrer.
Ελληνική ή:	Δε θα αργήσει (ο X) να γυρίσει.
Παρατηρήσεις:	

A) Μετάταξη: το αγγλικό επίρρημα soon έγινε ρήμα στην Ελληνική και Γαλλική.
 B) Μετατόπιση: η καταφατική οπτική της Αγγλικής (He will soon be...) έγινε αρνητική στη Γαλλική (Il ne tardera pas...) και την Ελληνική (Δεν θα αργήσει...).

Γ) Δήλωση του φύλου στην Αγγλική και τη Γαλλική-μη δήλωση του φύλου στην Ελληνική, εμπόδιο που μπορεί να ξεπεραστεί με τη προσθήκη ονόματος (ο Χ...).

Δ) Η λεξικοποίηση του μέλλοντα στην Αγγλική (will) και την Ελληνική (θα)-γραμματικοποίηση του στη Γαλλική (tardera), όπως και η περιφραστική μορφή του ρήματος στην Αγγλική (be back) που γίνεται μονολεκτική στις άλλες δύο γλώσσες με απαρέμφατο στα γαλλικά (renter) και ρήμα στα ελληνικά (γυρίσει) είναι αλλαγές που καθορίζονται από το γραμματικό σύστημα κάθε γλώσσας

Επιπρόσθετα, οι Vinay και Darbelnet (1958 στο Ni L. 2009: 82) εξέφρασαν τα πέντε, βασικά γι' αυτούς, βήματα ενός μεταφραστή για τη μεταφορά από το κείμενο-πηγή στο κείμενο-στόχο. Τα οποία είναι τα εξής:

1. Προσδιορισμός των μονάδων της μετάφρασης.
2. Η εξέταση του κειμένου-πηγής, αξιολογώντας το περιγραφικό, συναισθηματικό και διανοητικό περιεχόμενο των μονάδων.
3. Αναδόμηση του μεταγλωσσικού πλαισίου του μηνύματος.
4. Αξιολόγηση των υφολογικών αποτελεσμάτων.
5. Παραγωγή και επανεξέταση του κειμένου-στόχος/μεταφράσματος.

Στο παραπάνω πρότυπο πρακτικής μετάφρασης μπορούν όμως να παρουσιαστούν προβλήματα. Ένα εκ των οποίων είναι ότι τα όρια μεταξύ των μονάδων αυτών μπορεί να είναι πολλαπλάσια, αν και υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να διαιρεθούν οι μεταφραστικές μονάδες σε μικρά ή και μεγαλύτερα τμήματα σκέψης, συνεπώς οι μονάδες μεταξύ του κειμένου-πηγής και του κειμένου-στόχου δεν μπορούν να είναι ισοδύναμες.

Μεταφραστική ισοδυναμία

Αρχικά είναι σημαντικό ν' αναφέρουμε πως η γλώσσα πρέπει να αντιμετωπιστεί όχι ως ένα γλωσσικό κατασκεύασμα, αλλά ως ένα κοινό σύστημα συνηθειών και βιωμάτων που χρησιμοποιεί τη γλώσσα για να επικοινωνεί. Αυτό το σύνολο των

συνηθειών έχει δημιουργηθεί μέσα στη κοινωνία, διαβιβάζεται από την κοινωνία, και αναπτύσσεται και μεταβάλλεται μέσα σε αυτήν. Αυτό υπονοεί πως η γλώσσα είναι ένας παράγοντας που μεταβάλλεται ανάλογα με τις συνιστώσες και τις κοινωνικές επιρροές που δέχεται.

Συνεπώς, οι άνθρωποι μπορούν να κατασκευάσουν νέους τύπους εκφράσεων, νέες λογοτεχνικές μορφές, και μπορούν να συνδέσουν τη νέα σημασία με τις παλαιότερες μορφές έκφρασης. Η ομιλία δε, είναι τόσο πολύ θέμα μόδας όσο και τα υπόλοιπα στοιχεία της επικοινωνίας. Και σε αυτή τη περίπτωση ο ‘πληροφοριοδότης’ είναι αυτός που μπορεί να καθορίσει τα νέα πρότυπα και να ορίσει νέες τάσεις στο τομέα αυτό.

Προκειμένου λοιπόν, να καταστεί εφικτή η πιστή και ορθή απόδοση των μεταφρασμάτων μεταξύ δύο γλωσσών, ήταν αναγκαία η εύρεση νοηματικά, γλωσσικά ή και λεξιλογικά ισοδύναμου ανάμεσα στις δύο εμπλεκόμενες γλώσσες. Η έννοια της ισοδυναμίας αποτελεί μέχρι και σήμερα το μήλο της έριδος για τους μεταφραστές, μεταφρασεολόγους αλλά και τους γλωσσολόγους, καθώς δεν έχουν έως τώρα καταλήξει σε κοινά αποδεκτές απαντήσεις.

Η μεταφραστική διαδικασία, σύμφωνα με τον Γραμμενίδη (1998:10), ταυτίζεται εξ ορισμού με την αναζήτηση ισοδυναμιών μεταξύ της γλώσσας-πηγής και της γλώσσας – στόχου. Μέσα στη μεταφραστική διαδικασία, ο μεταφραστής καλείται να επαναδιατυπώσει το νόημα του προς μετάφραση κειμένου έχοντας ορίσει τα λεξιλογικά, συντακτικά, σημασιολογικά και πολιτισμικά στοιχεία που συγκροτούν μία γλώσσα. Ωστόσο, όταν έρχεται αντιμέτωπος με ιδιωτισμούς, γνωμικά και άλλα πιο ειδικά στοιχεία που μαρτυρούν τις πολιτισμικές ιδιαιτερότητες της κάθε γλώσσας, αναγνωρίζοντας την ανομοιομορφία που αυτά προσδίδουν, το έργο του δυσχεραίνεται.

Οι Vinay & Darbelnet (στο Τσίγκου, 1958:19) ορίζουν την ισοδυναμία ως μία διαδικασία η οποία αναπαράγει την κατάσταση που δημιουργούσε το αρχικό κείμενο χρησιμοποιώντας τελείως διαφορετικές εκφράσεις. Η ισοδυναμία, όπως υποστηρίζουν, τείνει να διατηρήσει το ύφος του κειμένου της γλώσσας-πηγή και επομένως ενδείκνυται για την μετάφραση παροιμιών, ιδιωμάτων και ομοίων δομών, όπως η ονοματοποιία. Ισοδύναμες εκφράσεις πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνον εάν είναι πλήρως ισοδύναμες λεξικογραφικά, αν και ακόμη και αυτό δεν είναι επαρκές κριτήριο για μία επιτυχημένη μετάφραση. Σύμφωνα με τον Jakobson (1959:233), η μετάφραση αφορά δύο διαφορετικά μηνύματα σε διαφορετική κωδικοποίηση. Ενώ

όλες οι γλώσσες διαφέρουν σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό, αυτό δεν καθιστά την μετάφραση αδύνατη, απλώς κάνει αισθητό το πρόβλημα της έλλειψης ισοδυνάμου, ώστε ο μεταφραστής να αναγκάζεται να καταφεύγει σε δάνεια, νεολογισμούς, σημειωτικές μετατοπίσεις, κλπ.

Ο Nida (1991, 2006:12) απέδωσε μία από τις πιο ολοκληρωμένες απόψεις επί του θέματος. Όρισε τη μετάφραση ως την δημιουργία στη γλώσσα στόχο του πιστότερου δυνατού φυσικού ισοδυνάμου του μηνύματος της γλώσσας πηγής· αρχικά σε νοηματικό επίπεδο και ύστερα σε υφολογικό. Επιπρόσθετα έκανε μία διάκριση όσον αφορά τα είδη της ισοδυναμίας, την τυπική ισοδυναμία και την δυναμική. Ο ίδιος υποστηρίζει πως στην τυπική ισοδυναμία ο μεταφραστής επιδιώκει να παράγει ένα μετάφρασμα με βάση τη μορφή του πρωτοτύπου και όσο το δυνατόν πιστότερο, ενώ στη δυναμική ισοδυναμία επικεντρώνεται στο επικοινωνιακό αποτέλεσμα και τα αισθήματα που αυτό θα δημιουργήσει στους δέκτες του.

Και ως απόδειξη και εφαρμογή της θεωρίας αυτής έθεσε το παρακάτω παράδειγμα πόσο προβληματική θα ήταν η απόδοση της φράσης: ‘οι πύλες της πόλης’ που αναφέρεται στη Παλαιά Διαθήκη, στη γλώσσα ενός λαού που ζει νομαδικά. Ο όρος «ισοδυναμία» λοιπόν, στη μετάφραση, αναφέρεται στο βαθμό που ένα μετάφρασμα μπορεί να προσεγγίσει τα χαρακτηριστικά του κειμένου-πηγής στο κείμενο-στόχο. Ανάλογα με την άποψη του μεταφραστή, είτε αυτό σημαίνει πιστότερο νοηματικά στο πρωτότυπο είτε πιο αποτελεσματική μεταφορά του νοήματος από τη μία γλώσσα στην άλλη.

Όλα αυτά είναι προβλήματα που αντιμετωπίζει ο μεταφραστής κατά τη μεταφραστική διαδικασία, και αποδεικνύουν ότι η ανθρώπινη συμβολή είναι καταλυτική σε αυτή τη διαδικασία για τη πιστότερη μεταφορά του νοήματος από το συγγραφέα στο πομπό δέκτη.

Ο ρόλος του μεταφραστή

Όπως προαναφέραμε, ο ρόλος του μεταφραστή είναι διπλός. Αρχικά καλείται να παραγάγει ένα, πιστό στο πρωτότυπο, μετάφρασμα και κατά δεύτερον λειτουργεί και ως διαμεσολαβητής, μεταξύ πομπού-συγγραφέα και δέκτη-αναγνώστη. Οφείλει όμως και να γνωρίζει όχι μόνο τα συντακτικά, λεξιλογικά και υφολογικά στοιχεία των δύο γλωσσών, αλλά και τα πολιτισμικά στοιχεία και επιρροές που επιδρούν πάνω στη γλώσσα προκειμένου να έχει πιο ολοκληρωμένες γνώσεις και να καταστεί έτσι ικανός

να παράγει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Πρέπει να είναι γνώστης όχι μόνο των γλωσσών μεταξύ των οποίων μεταφράζει (Ladmiral, στο Κωστοπούλου, 2012:215) αλλά και να έχει γενικές και ειδικές γνώσεις πάνω στο αντικείμενο του εκάστοτε κειμένου προς μετάφραση. Πρέπει να είναι ικανός να χειριστεί άψογα τη γλώσσα-στόχο αλλά και τη γλώσσα –πηγή· και να χειρίζεται τη δεύτερη όπως τη μητρική του.

Επιπρόσθετα, όπως επισημάνθηκε προηγουμένως είναι καλό να γνωρίζει σε ποιόν απευθύνεται το κείμενο που θα παράγει για να του αποδώσει και το κατάλληλο ύφος. Ακριβώς όμως επειδή και η μετάφραση δεν είναι μια καθαρά μηχανική διαδικασία, απαιτεί και τη σωστή κρίση και τη διαίσθηση του μεταφραστή καθώς δεν είναι μόνο τέχνη αλλά και τεχνική. Ο μεταφραστής είναι αυτός που φέρνει κοντά τον συγγραφέα και τον αναγνώστη· που μεταφέρει το μήνυμα, και τα συναισθήματα που επιθυμεί να δημιουργήσει ο συγγραφέας, στο δέκτη μέσα από το κείμενο του.

Ο μεταφραστής μεταφράζει από τη γλώσσα –πηγή (συνήθως τη μητρική του) προς τη γλώσσα στόχο (μία ξένη γλώσσα), ή και το αντίστροφο. Ανάλογα με τον τομέα στον οποίο ειδικεύεται (λ.χ. κείμενα οικονομικά, νομικά, ιατρικά, λογοτεχνικά) κάνει χρήση λεξικών, μεταφραστικών βάσεων ή και άλλων μεταφραστικών εργαλείων που εξυπηρετούν τον ίδιο για να ολοκληρώσει το έργο το οποίο έχει αναλάβει. Μελετά αρκετά το πρωτότυπο κείμενο που του έχει δοθεί προκειμένου να συλλάβει το ύφος του κειμένου και τις γλωσσικές του ιδιαιτερότητες. Ακόμη κάνει τη δική του έρευνα πάνω στο αντικείμενο του πρωτοτύπου προκειμένου να μπορεί να αποδώσει ορθά τυχόν εξειδικευμένο λεξιλόγιο ή φράσεις που ίσως εκλείπουν ή διαφοροποιούνται από τη μία γλώσσα στην άλλη. Τελειώνοντας την εργασία του, επιλέγει τη σωστότερη κατ'αυτόν απόδοση του κειμένου και αντιπαραβάλλει το πρωτότυπο με το κείμενο της μετάφρασης για να επαληθεύσει ότι έχει αποδώσει σωστά το νόημα του κειμένου-πηγής. Ο μεταφραστής μέσα από το έργο του φέρνει σε επαφή ανθρώπους και πολιτισμούς που μιλούν διαφορετική γλώσσα και έχουν διαφορετική κουλτούρα και γι' αυτό το λόγο φέρει το βάρος και την ευθύνη για την ακριβή μεταφορά και απόδοση του νοήματος και στις δύο γλώσσες. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνει το να καταστήσει κατανοητή μία λέξη, μία πρόταση, ένα κείμενο, σε έναν αποδέκτη ο οποίος ίσως και να μην έχει καμία σχέση πολιτισμικά με το πλαίσιο στο οποίο γράφτηκε το πρωτότυπο· και αυτός είναι και ο σκοπός του. Η απόδοση του μεταφράσματος βρίσκεται πάντα στη διακριτική ευχέρεια του μεταφραστή, ο οποίος πάντα αναλαμβάνει και το κόστος των επιλογών του από τις οποίες κρίνεται και η αποτελεσματικότητά του.

Συχνά όταν ένας μεταφραστής ξεκινά το έργο του, είναι σχεδόν «μουδιασμένος» γι' αυτό και οι πρώτες σελίδες του μεταφράσματος είναι συνήθως και αυτές που χρήζουν περισσότερης διόρθωσης. Έως ότου ο μεταφραστής γίνει ένα με το κείμενο, κατανοήσει τις επιταγές του και τις επιρροές που έχει αυτό δεχτεί μέχρι τη τελική του μορφή. Ακόμη λαμβάνοντας υπόψη και τα λεγόμενα του Κουτσιβίτη (1994:22), «Ο μεταφραστής όντας δίγλωσσος, ενεργεί ως διφυής μονόγλωσσος και, αφού συλλάβει την ουσία ενός κειμένου συντεταγμένου σε μία γλώσσα, τη μεταφέρει σε μία άλλη γλώσσα συντάσσοντας ένα νέο κείμενο». Τέλος, σύμφωνα με τον Τριανταφυλλίδη (2000), η μετάφραση δεν είναι μια απλή μεταφορά ενός κειμένου από τη μια γλώσσα στην άλλη αλλά είναι μεταφορά πολιτιστικών στοιχείων από έναν πολιτισμό σε έναν άλλο.

Οι παραπάνω διαπιστώσεις σχετικά με τον ρόλο του μεταφραστή και τις δυσκολίες που συναντά όταν μεταφράζει ένα κείμενο από ένα γλωσσικό σύστημα σε κάποιο άλλο δείχνουν ότι η εννοιολογική ανάλυση στην οποία προβαίνει η Ορολογία, μπορεί να συνεισφέρει στην Μετάφραση. Προβαίνοντας στην εννοιολογική ανάλυση ενός θεματικού πεδίου, ο μεταφραστής αποκτά γνώσεις για το πεδίο αυτό, μπορεί επίσης να διαπιστώσει τις ορολογικές αναντιστοιχίες που τυχόν υπάρχουν ανάμεσα στη γλώσσα του κειμένου και τη γλώσσα στην οποία μεταφράζει. Για παράδειγμα, σε περιπτώσεις ισοδυναμίας ή έλλειψης ισοδυναμίας στη γλώσσα-στόχο, ή ακόμα και όταν ο μεταφραστής χρειαστεί να δημιουργήσει έναν νέο όρο εξαιτίας του γλωσσικού κενού που διαπίστωσε (Πούγγουρας, 2006).

Τι είναι Ορολογία

Σε αυτό το σημείο είναι βασική ανάγκη να εξηγήσουμε και να διευκρινίσουμε τι εννοείται με τον όρο ορολογία και ποια η σχέση της με τη μετάφραση. Η ορολογία είναι η επιστήμη που έχει ως αντικείμενο την εξέταση και ανάλυση όρων (Χαραλαμπίκης, 2011). Πιο συγκεκριμένα, ο κλάδος της ορολογίας ασχολείται κυρίως με τη διαχείριση και μελέτη όρων και εννοιών που συμπεριλαμβάνονται σε ένα συγκεκριμένο θεματικό πλαίσιο. Πολύ συχνά σχετίζεται με τη λεξικολογία (τον ορισμό λέξεων, δημιουργία λεξικών) καθώς και η ίδια ασχολείται εκτενέστερα με τη γλωσσολογία, τη δημιουργία νέων όρων αλλά και την ανάλυση και επεξεργασία των ήδη υπαρχόντων. Επιπρόσθετα, μελετά τις σχέσεις που δημιουργούνται μεταξύ εννοιών αλλά και το θεματικό πεδίο που τις περιλαμβάνει (Πούγγουρας, 2006).

Η λέξη όρος αφορά έννοιες που ανήκουν σε εξειδικευμένο λεξιλόγιο και χρησιμοποιούνται σε μια συγκεκριμένη επιστήμη και επάγγελμα. Επομένως οι όροι δεν χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα παρά μόνο σε εξειδικευμένα κείμενα,

παραδείγματος χάρη, σε εγχειρίδια, επιστημονικά βιβλία και άρθρα, συμβόλαια, και μπορούν να γίνουν κατανοητοί ή να χρησιμοποιηθούν μόνο από όσους έχουν ειδική γνώση και εμπειρία. Επίσης, οι όροι δεν εξαρτώνται από τα συμφραζόμενα και το ύφος των κειμένων είναι ουδέτερο. Ωστόσο οι περιπτώσεις στις οποίες κρίνεται απαραίτητο να δοθεί παράδειγμα στο εξειδικευμένο λεξιλόγιο ώστε να αποφεύγονται λάθη και να καλύπτονται τυχόν ελλειπείς γνώσεις σε κάποιον τομέα, είναι οι εξής:

1. Όταν ο χρήστης έχει μια πολύ γενική και ασαφή εικόνα για την εξειδικευμένη λέξη, κάτι πολύ συχνό όταν αυτή έχει υψηλό βαθμό εξειδίκευσης,
2. Όταν η εξειδικευμένη λέξη είναι πολύσημη, χρησιμοποιείται δηλαδή σε περισσότερους από έναν τομείς και δεν είναι γνωστές όλες οι χρήσεις της,
3. Όταν πρόκειται για νέα εξειδικευμένη λέξη ή για παλιά στην οποία έχουν προστεθεί νέες εξειδικευμένες σημασίες που είναι άγνωστες στο χρήστη,
4. Όταν στην εξειδικευμένη λέξη αντιστοιχούν συνώνυμα, ομώνυμα, ψευδόφιλες λέξεις, υπερώνυμα ή υπώνυμα, τότε το παράδειγμα βοηθά στη διευκρίνιση των διαφορών τους,
5. Όταν η εξειδικευμένη λέξη είναι σπάνια και μη εύχρηστη» (Παλασάκη, 2007:4).

Η ορολογία είναι, όπως αναλύθηκε και προηγουμένως, ο κλάδος που ασχολείται με τους όρους και τη χρήση και σημασία τους. Συνεπώς οι όροι είναι λέξεις που μέσα σε συγκεκριμένο περιεχόμενο αποκτούν συγκεκριμένη σημασία. Οι ίδιοι όροι μπορεί να έχουν άλλη σημασία μέσα σε άλλα κείμενα και στη καθημιλουμένη. Ακόμη, ο κλάδος της ορολογίας ερευνά την εξέλιξη τέτοιων όρων μέσα σε ένα θεματικό πεδίο και τη σχέση τους μέσα στη κουλτούρα ενός λαού αλλά και την καθημερινή αλληλεπίδραση των όρων με την κοινή καθημερινή γλώσσα και τις προστριβές τους. Επίσης, η ορολογία προβαίνει σε συγκριτική εξέταση του συστήματος εννοιών σε ένα θεματικό πεδίο σε δυο ή περισσότερες γλώσσες και εντοπίζει ισοδύναμους όρους. Η Ελληνική Εταιρία Ορολογίας (2007), αναφέρει ότι: «Η Ορολογία δεν είναι ούτε μετάφραση, ούτε γλωσσολογία, ούτε φυσική, ούτε χημεία, ούτε κανένα άλλο μεμονωμένο θεματικό πεδίο. Η Ορολογία πραγματεύεται τη διεπαφή (το κοινό όριο επικοινωνίας) της γνώσης με τη γλώσσα σε κάθε θεματικό πεδίο». Η ορολογία αξιοποιεί τη τεχνολογία για τη δημιουργία και την επεξεργασία των ορολογικών δεδομένων με στόχο την παραγωγή ηλεκτρονικών ορολογικών προϊόντων, ειδικών

λεξικών και γλωσσarίων. Παραδείγματα εξειδικευμένων όρων δίνονται στο τέλος της εργασίας αυτής (Γλωσσάρι).

Τι είναι όρος

Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί πως ορίζεται ο όρος. Σύμφωνα με την Cabré (στο Packeiser, 2009:55) «Ένας όρος είναι μια μονάδα με παρόμοια γλωσσικά χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται σε έναν ειδικό τομέα. Από γλωσσικής άποψης, μια λέξη είναι μια μονάδα που χαρακτηρίζεται από την κατοχή μιας φωνητικής μορφής, μιας απλής ή σύμπλοκης μορφολογικής δομής, γραμματικών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, και μιας έννοιας που περιγράφει την κατηγορία στην οποία ένα συγκεκριμένο αντικείμενο ανήκει. Ένας όρος είναι επίσης μια μονάδα που παρουσιάζει τα ίδια χαρακτηριστικά.» Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω κατανοούμε ότι ο όρος αποτελείται από μια απλή ή σύνθετη δομή και ότι αναφέρεται σε κάποιο συγκεκριμένο κλάδο ή αντικείμενο.

Αντίστοιχα, η B.I. Karsch (2010) αναφερόμενη στον ορισμό του όρου αναφέρει ότι ο όρος μπορεί να χαρακτηριστεί και ως μια λεκτική ονομασία μιας γενικής έννοιας σε συγκεκριμένο όμως θεματικό πεδίο. Ανατρέχοντας σε ηλεκτρονικές βάσεις λεξικών⁴ βλέπουμε ότι ορίζουν τον όρο με παρόμοιο τρόπο· ως μια λέξη ή ένα σύνολο λέξεων που ορίζουν κάτι σε κάποιο συγκεκριμένο κλάδο. Με λίγα λόγια κάθε λέξη ή ομάδα λέξεων, οι οποίες αποτελούν μέλος ορισμού μιας συγκεκριμένης κατάστασης ή ειδικότητας.

Κατ'αυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκαν οι όροι, οι οποίοι αποτέλεσαν την απαρχή της ορολογίας, με σκοπό την δημιουργία επεξεργασία και ανάλυση όρων, οι οποίοι ήταν βασική προϋπόθεση για την ανάλυση και επεξήγηση συγκεκριμένων καταστάσεων και ειδικοτήτων.

Ο Ορολόγος και ο ρόλος του

Οι ορολόγοι διευκολύνουν τη διαδικασία έκδοσης ενός κειμένου και μετάφρασης του καθώς παρέχουν πιο εξειδικευμένες πληροφορίες μέσα από την έρευνα και τον εντοπισμό πληροφοριών πάνω στο αντικείμενο αυτό. Είναι επαγγελματίες που εξασφαλίζουν την ακρίβεια, καταλληλότητα και συνέπεια της χρήσης των όρων. Ορίζουν έννοιες, αναλύουν όρους βρίσκουν και επιλέγουν τα

κατάλληλα τους ισοδύναμα σε άλλες γλώσσες. Τα ευρήματα τους χρησιμοποιούνται για να συντάξουν γλωσσάρια, να εμπλουτίσουν βάσεις δεδομένων που αφορούν την ορολογία και να τυποποιήσουν την ορολογία που χρησιμοποιείται σε έναν ορισμένο τομέα ή οργανισμό. Επίσης, ο ειδικός σε θέματα ορολογίας πρέπει να έχει συγκεκριμένες δεξιότητες. Πρέπει να είναι ιδιαίτερα καλός γνώστης της γλώσσας /γλωσσών που χειρίζεται. Ακόμη οφείλει να γνωρίζει καλά τον κλάδο της γλωσσολογίας για να μπορεί να εκπληρώσει το έργο που του ανατίθεται και να χειρίζεται εξίσου καλά το προφορικό και το γραπτό λόγο. Παραδείγματος χάρη, υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες ο ορολόγος καλείται να επιλέξει ανάμεσα σε συνώνυμους όρους. Η επιλογή αυτή πρέπει να γίνεται με βάση τα κριτήρια της συχνότητας χρήσης του όρου αυτού. Ο ορισμός ή η κατασήμανση της έννοιας του όρου εξυπηρετεί τη διαφοροποίησή της έννοιας από συναφείς έννοιες. Δηλαδή, φανερώνει το σύνολο των ουσιώδων χαρακτηριστικών που τη συνιστούν καθώς και το σύνολο των αντικειμένων που αντιπροσωπεύει. Η κατασήμανση μιας νέας έννοιας σε ένα θεματικό πεδίο είναι επιλογή εκείνου που ανακάλυψε ή επινόησε τη νέα έννοια και την απέδωσε στη γλώσσα του (Βαλεοντής, 2004). Όλες αυτές οι προϋποθέσεις συνθέτουν το προφίλ του ειδικού σε θέματα ορολογίας προκειμένου να επιτυγχάνεται το επιθυμητό αποτέλεσμα και ο λόγος που θα παράγει να έχει συνοχή (Μεντζελόπουλος, 2009:5).

Σχέση Μεταφραστή –Ορολόγου

Όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια, η μετάφραση αποτελεί μια περίπλοκη διαδικασία κατά την οποία ο μεταφραστής κάνει χρήση πολλών μέσων (λεξικά, διαδικτυακά μέσα κτλ.) προκειμένου να τη φέρει εις πέρας. Ακόμη, ο ρόλος του είναι πολυδιάστατος και γι' αυτό οφείλει να είναι πλήρως καταρτισμένος επί του αντικειμένου το οποίο καλείται να μεταφράσει.

Ο ρόλος του μεταφραστή είναι να παράγει ένα ορθό μετάφρασμα, να μπορεί να αποδώσει πιστότερα υφολογικά, συντακτικά, και γραμματικά το πρωτότυπο στο μετάφρασμα. Οφείλουμε όμως να λάβουμε υπόψη μας ότι κάθε κείμενο χρήζει διαφορετικής προσέγγισης. Σε ένα λογοτεχνικό κείμενο, λόγου χάρη, ο μεταφραστής καλείται να χρησιμοποιήσει πιο λυρική γλώσσα ώστε να μη φθείρει, στην απόδοση, το ύφος που επιθυμούσε να προσδώσει ο συγγραφέας. Αντίστοιχα, σε ένα ιατρικό ή νομικό κείμενο το οποίο περιλαμβάνει όρους του αντικειμένου, ο μεταφραστής

καλείται να αποδώσει ένα παράγωγο το οποίο θα περιλαμβάνει τους κατάλληλους όρους και τη σημασιολογία που απαιτείται. Με λίγα λόγια, εάν κληθεί να μεταφράσει κείμενα με συγκεκριμένο διεπιστημονικό αντικείμενο, εκεί είναι που παίρνει τη θέση της η ορολογία.

Επίσης, για την άντληση ορολογικών πληροφοριών ο μεταφραστής θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να μελετήσει και να ερευνήσει εξειδικευμένα, επιστημονικά και τεχνικά λεξικά, διεθνή πρότυπα, συλλογές και βάσεις δεδομένων της ορολογίας. Εξαιτίας της πολυπλοκότητας των προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο ορολόγος κατά την μεταφραστική διαδικασία έχει επισημανθεί η ανάγκη ύπαρξης ενός συστήματος που θα ελεγχει την ποιότητα ως προς την συλλογή, επεξεργασία και καταχώριση ορολογίας και αυτοματοποιημένων διαδικασιών έτσι ώστε να διευκολυνθεί το έργο του διαχειριστή του ορολογικού υλικού, το οποίο να περιλαμβάνει έλεγχο του κειμένου πηγής, σωστή διαχείριση των περιεχομένων και της μετάφρασης, κριτική ανάλυση των αναγκών των χρηστών και σωστή διαχείριση της ορολογικής εργασίας.

Σε αυτή τη περίπτωση, ο ορολόγος καλείται να μεταφράσει τους επιστημονικούς όρους και να βοηθήσει με αυτό τον τρόπο στη διεκπεραίωση του έργου. Και αυτό συμβαίνει διότι, ο ορολόγος έχει ως αντικείμενο εργασίας την έρευνα, επεξεργασία και διερεύνηση επιστημονικών και μη όρων. Επιπρόσθετα, παρακολουθεί και εντοπίζει τις συνεχείς αλλαγές της γλώσσας και την εμφάνιση νέων όρων σε αυτή. Βασικό του στόχο αποτελεί η συλλογή, η ανάλυση και η καταγραφή πληροφοριών σχετικά με μία ή περισσότερες έννοιες. Με τη δική του συμβολή προσδιορίζονται έννοιες και τομείς σε ένα συγκεκριμένο θεματικό πλαίσιο.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία κατανοούμε τη σχέση που υπάρχει μεταξύ μεταφραστή και ορολόγου, και πώς αυτοί οι δύο τομείς είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι μεταξύ τους. Γι' αυτό το λόγο είναι απαραίτητη η συνύπαρξη και αλληλεπίδραση αυτών, προκειμένου να καταστεί εφικτή η ορθή μετάφραση ενός διεπιστημονικού κειμένου που αποτελείται από συγκεκριμένους όρους και έννοιες.

Καθώς όμως ένα κείμενο δεν αποτελείται μονάχα από όρους και έννοιες δύσκολες ως προς την απόδοσή τους, παρακάτω θα εξεταστούν επιπρόσθετοι παράγοντες και μεταβλητές που επηρεάζουν την μεταφραστική διαδικασία διότι διαφέρουν από γλώσσα σε γλώσσα.

Μεταφραστικές δυσκολίες

Κατά τη μεταφραστική διαδικασία υπάρχουν παράγοντες που δυσχεραίνουν το έργο του μεταφραστή. Λαμβάνοντας υπόψη πως η γλώσσα είναι μεταβαλλόμενη και επηρεάζεται άμεσα από τις κοινωνικές και πολιτισμικές συνιστώσες της κάθε χώρας, ο μεταφραστής καλείται να φέρει εις πέρας το έργο του παρ' όλες τις δυσκολίες που θα συναντήσει στη διαδικασία της μετάφρασης.

Στη σχέση που δημιουργείται ανάμεσα στη γλώσσα πηγή και τη γλώσσα στόχο υπάρχουν φορές που δε μπορεί να υπάρξει ακριβές μεταφραστικό ισοδύναμο. Ακόμη, οι ιδιωτισμοί και οι εκφράσεις που χρησιμοποιεί ένας λαός στη καθομιλουμένη, αποτελούν ξεκάθαρα παραδείγματα που μπορούν να περιπλέξουν περισσότερο τη μεταφραστική διαδικασία. Επιπρόσθετα, υπάρχουν και γραμματικές διαφορές σε κάθε γλώσσα. Παραδείγματος χάριν, στη Γερμανική γλώσσα χρησιμοποιείται ακόμη η δοτική πτώση, ενώ στη Νέα Ελληνική όχι. Αξίζει ακόμη να συλλογιστούμε το παράδειγμα μετάφρασης από Ελληνικά σε Ισπανικά. Ενώ η Ελληνική γλώσσα έχει τρία γένη (αρσενικό, θηλυκό, ουδέτερο) η Ισπανική γλώσσα έχει μόνο δύο (αρσενικό, θηλυκό), και αυτό ακόμη αποτελεί μεταφραστική δυσκολία για τον μεταφραστή προκειμένου να ολοκληρώσει το έργο του.

Σύμφωνα με τον Wilss (Μπατσαλιά & Σελλά-Μάζη, 1994:108-109): μεταφραστική δυσκολία συναντάμε όταν δεν είναι δυνατή μία λεξιλογική ή συντακτική μία προς μία αντιστοίχιση μεταξύ του κειμένου-πηγή και του κειμένου-στόχος, διότι, στην περίπτωση αυτή, μία τέτοια «λέξη προς λέξη» μετάφραση θα επέφερε αρνητικά μεταφραστικά αποτελέσματα.

Συμπεράσματα

Η προσπάθεια μετάφρασης του συγκεκριμένου κεφαλαίου από ένα συλλογικό έργο πραγματοποιήθηκε με τους όρους της μετάφρασης ενός εξειδικευμένου κειμένου. Η δυσκολία ήταν για το μεταφραστή να εισχωρήσει σε έναν κλάδο που δεν γνωρίζει και να εντοπίσει την ορολογία που διακατέχει το συγκεκριμένο επιστημονικό κλάδο. Εντοπίσαμε συναφή κείμενα, συμβουλευτήκαμε ειδικά λεξικά, το iate, το ΕΛΕΤΟ.

Άλλη μια σημαντική δυσκολία ήταν να καταφέρει να αποδώσει το κείμενο που του δίνεται έτσι ώστε να παρμένει ακριβώς το ίδιο νόημα χωρίς να χαθεί η αισθητική της γλώσσας στόχου εν προκειμένω η ελληνική με λεπτές συντακτικές παρεμβάσεις όπως παραδείγματος χάριν η αλλαγή της θέσης των λέξεων και η μετατροπή ενός μεους του λόγου σε άλλο.

Η μετάφραση εξειδικευμένων κειμένων σαν αυτό της συγκεκριμένης εργασίας χωρίς αμφιβολία αποδεικνύεται πως απαιτείται χειρουργική λεπτότητα γλωσσικών χειρισμών ώστε να μην αλλοιωθούν τα γρφόμενα και να αποδοδοθεί το νόημα στην ελληνική με τον καλύτερο τρόπο. Αυτό αποτελεί μια δοκιμασία που χρήζει ιδιαίτερης προσοχής , καθώς ακόμη και ένα μικρό λάθος μπορεί να οδηγήσει σε εντελώς διαφορετικά συμπεράσματα από το στόχο του συγγραφέα του πρωτότυπου κειμένου.

Γλωσσάρι

ΠΡΩΤΟΤΥΠΟ

cloud mask data
remote sensing
land surface temperature
MODIS
polar orbiting
environmental monitoring
adaptation policies
evatranspiration
sea surface temperature

data source
orbiting cycle
cloud cover condition
environmental parametre
terra circles
vegetation indices

ΜΕΤΑΦΡΑΣΜΑ

περιοχή νεφοκάλυψης
τηλεπισκόπηση
θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους
μεσαίας ανάλυσης φάσματοραδιόμετρο
πολική τροχιά
περιβαλλοντική παρακολούθηση
πολιτικές προσαρμογής
εξατμισιδιαπνοή
θερμοκρασία της επιφάνειας της
θάλασσας
πηγή πληροφοριών
τροχιά
κατάσταση νεφοκάλυψης
περιβαλλοντική παράμετρος
κύκλοι της γης
δείκτες φυτοκάλυψης

surface temperature	θερμοκρασία της επιφάνειας
spatial resolution	χωρική ανάλυση
radiometric surface temperature	ραδιομετρική θερμοκρασία επιφάνειας
skin temperature	θερμοκρασία της επιφάνειας
air temperature	θερμοκρασία αέρα
aerodynamic temperature	αεροδυναμική θερμοκρασία
multidisciplinary environmental application	πολυεπιστημονική περιβαλλοντική εφαρμογή
thermal infrared radiance	θερμική υπέρυθρη ακτινοβολία
ozone	όζον
spectral window	φασματικό παράθυρο
ground radiance	ακτινοβολία εδάφους
radiation	ακτινοβολία
webinar	ιστοσεμινάριο
webservice	ιστουπηρεσίες
MODIS land products	προϊόντα φασματοραδιόμετρου μεσαίας ανάλυσης
data filtering	φιλτράρισμα δεδομένων
land surface temperature products	προϊόντα θερμοκρασίας επιφάνειας εδάφους
filtering criteria	κριτήριο φιλτραρίσματος
pixel filtering	φιλτράρισμα των πίξελ
filtering	φιλτράρισμα
environmental assessment	περιβαλλοντική αξιολόγηση
climate change implication	συνέπειες κλιματικής αλλαγής
wide application	ευρεία εφαρμογή
emissivity	εκπομπή
seasonality	εποχικότητα
linear fitting	προσαρμογή γραμμικής σχέσης
pixel basis	σε επίπεδο εικονοστοιχείου
data set	σύνολο δεδομένων
parallel processing	παράλληλη επεξεργασία
pixel	πίξελ
degree Kelvin	βαθμοί Kelvin
MODIS tiles	πλακίδια MODIS
climate change	κλιματική αλλαγή
urbanization	αστικοποίηση
surface condition	συνθήκες της επιφάνειας
driving factor	κινητήρια δύναμη
satellite observation	παρατήρηση δορυφόρου
cloud cover	νεφοκάλυψη
atmospheric condition	ατμοσφαιρική συνθήκη
topography	τοπογραφία
clear sky condition	συνθήκη καθαρού ουρανού
daily temperature	θερμοκρασία ημέρας
surface temperature	θερμοκρασία της επιφάνειας

climate assessment	κλιματική αξιολόγηση
vegetation indices	δείκτες φυτοκάλυψης
climate change impact	επίπτωση κλιματικής αλλαγής
deforestation	αποψίλωση
urbanization	αστικοποίηση
intensive agricultural activity	εντατική αγροτική δραστηριότητα
afforestation	αναδάσωση
cultivation practice	πρακτική καλλιέργειας
landscape phenology	φαινολογία τοπίου
global temperature	παγκόσμια θερμοκρασία
atmospheric CO ₂ concentration	ατμοσφαιρική συγκέντρωση CO ₂
monitoring vegetation quality	καταγραφή ποιότητας φυτοκάλυψης
terrestrial vegetation	χερσαία βλάστηση
vegetation pattern	τύπος βλάστησης
moisture availability	επάρκεια υγρασίας
vegetation trend	τάση φυτοκάλυψης
vegetation activity	δραστηριότητα βλάστησης
land cover types	είδη κάλυψης γης (χρήσεις γης)
art data set	δεδομένα αιχμής

Βιβλιογραφία (πρωτοτύπου κειμένου)

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

1. Banti, Maria A., Kyriakos Kiachidis, and Alexandra Gemitzi. 2019. "Estimation of Spatio-Temporal Vegetation Trends in Different Land Use Environments Across Greece Use Environments Across Greece." *Journal of Land Use Science*. Taylor & Francis: 1–16. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2019.1614687>.
2. Busetto, Lorenzo, and Luigi Ranghetti. 2019. "MODISstsp: A Tool for Automatic Preprocessing of MODIS Time Series – v1.3.9." <https://cran.r-project.org/web/packages/MODISstsp/vignettes/MODISstsp.pdf>.
3. Chehbouni, A., D. Lo See, E. G. Njoku, and B. M. Monteny. 1996. "Examination of the Difference Between Radiative and Aerodynamic Surface

- Temperatures Over Sparsely Vegetated Surfaces.” *Remote Sensing of Environment* 58: 177–86.
4. Coll, C., V. Caselles, J. M. Galve, E. Valor, R. Niclòs, J. M. Sánchez, and R. Rivas. 2005. “Ground Measurements for the Validation of Land Surface Temperatures Derived From AATSR and MODIS Data.” *Remote Sensing of Environment* 97: 288–300.
 5. Cong, Nan, Tao Wang, Huijuan Nan, Yuecun Ma, Xuhui Wang, Ranga B. Myneni, and Shilong Piao. 2013. “Changes in Satellite-Derived Spring Vegetation Green-Up Date and Its Linkage to Climate in China From 1982 to 2010: A Multimethod Analysis.” *Global Change Biology* 19 (3): 881–891.
<https://doi.org/10.1111/gcb.12077>.
 6. Dall’Amico, M., and M. Hornsteiner. 2006. “A Simple Method for Estimating Daily and Monthly Mean Temperatures From Daily Minima and Maxima.” *International Journal of Climatology* 26 (13): 1929–1936.
<https://doi.org/10.1002/joc.1363>.
 7. Didan, Kamel, Armando Barreto Munoz, and Alfredo Huete. 2015. “MODIS Vegetation Index User’s Guide (MOD13 Series).” https://vip.arizona.edu/documents/MODIS/MODIS_VI_UsersGuide_June_2015_C6.pdf.
 8. Eleftheriou, Dimitrios, Kyriakos Kiachidis, Georgios Kalmintzis, Argiro Kalea, Christos Bantasis, Paraskevi Koumadoraki, Maria Eleni Spathara, Angeliki Tsolaki, Maria Irini Tzampazidou, and Alexandra Gemitzi. 2018. “Determination of Annual and Seasonal Daytime and Nighttime Trends of MODIS LST Over Greece – Climate Change Implications.” *Science of the Total Environment* 616–617. Elsevier B.V.: 937–947.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.226>.
 9. Esau, Igor, Victoria V. Miles, Richard Davy, Martin W. Miles, and Anna Kurchatova. 2016. “Trends in Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Associated With Urban Development in Northern West Siberia.” *Atmospheric Chemistry and Physics* 16 (15): 9563–9577.
<https://doi.org/10.5194/acp-16-9563-2016>.
 10. European Academies Science Advisory Council (EASAC). 2010. “Ground-water in the Southern Member States of the European Union: An Assessment

of Current Knowledge and Future Prospects Country Report for Greece
Contents Greece Groundwater Report.” *EASAC*.

11. Gallo, Kevin, Robert Hale, Dan Tarpley, and Yunyue Yu. 2011. “Evaluation of the Relationship Between Air and Land Surface Temperature Under Clear- and Cloudy-Sky Conditions.” *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 50 (3): 767–775. <https://doi.org/10.1175/2010JAMC2460.1>.
12. Gemitzi, Alexandra, H. Ajami, and H. H. Richnow. 2017. “Developing Empirical Monthly Groundwater Recharge Equations Based on Modeling and Remote Sensing Data – Modeling Future Groundwater Recharge to Predict Potential Climate Change Impacts.” *Journal of Hydrology* 546: 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.01.005>.
13. Gemitzi, Alexandra, Maria A. Banti, and Venkat Lakshmi. 2019. “Vegetation Greening Trends in Different Land Use Types: Natural Variability Versus Human-Induced Impacts in Greece.” *Environmental Earth Sciences* 78 (5). Springer Berlin Heidelberg: 1–10. <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8180-9>.
14. Hijmans, Robert J. 2017. “Introduction to the ‘Raster’ Package (Version 2.3–24).” *R-CRAN Project*.
15. Huete, A., K. Didan, T. Miura, E. P. Rodriguez, X. Gao, and L. G. Ferreira. 2002. “Overview of the Radiometric and Biophysical Performance of the MODIS Vegetation Indices.” *Remote Sensing of Environment* 83 (1–2). Elsevier: 195–213. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00096-2](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00096-2).
16. Hulley, G., R. Freepartner, N. Malakar, and S. Sarkar. 2016. “Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Land Surface Temperature and Emissivity Product (MxD21) User Guide.” https://modis.gsfc.nasa.gov/data/user_guide/atbd_mod21_userguide.pdf.
17. Hutengs, Christopher, and Michael Vohland. 2016. “Downscaling Land Surface Temperatures at Regional Scales With Random Forest Regression.” *Remote Sensing of Environment* 178. Elsevier Inc.: 127–141. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.03.006>.
18. Jin, Menglin, and Robert E Dickinson. 2010. “Land Surface Skin Temperature Climatology: Benefitting From the Strengths of Satellite Observations.” *Environmental Research Letters* 5 (4): 044004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/5/4/044004>.

19. Kern, Anikó, Hrvoje Marjanović, and Zoltán Barcza. 2016. "Evaluation of the Quality of NDVI3g Dataset Against Collection 6 MODIS NDVI in Central Europe Between 2000 and 2013." *Remote Sensing* 8 (11).
<https://doi.org/10.3390/rs8110955>.
20. Lakshmi, Venkat. 2004. "The Role of Satellite Remote Sensing in the Prediction of Ungauged Basins." *Hydrological Processes* 18: 1029–1034.
<https://doi.org/10.1002/hyp.5520>.
21. Lakshmi, Venkat. 2013. "Remote Sensing of Soil Moisture." *ISRN Soil Science*. Article ID 424178. <https://doi.org/10.1155/2013/424178>.
22. Levin, Noam. 2016. "Human Factors Explain the Majority of MODIS-Derived Trends in Vegetation Cover in Israel: A Densely Populated Country in the Eastern Mediterranean." *Regional Environmental Change* 16 (4). Springer Berlin Heidelberg: 1197–1211. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0848-4>.
23. Li, Haidong, Jiang Jiang, Bin Chen, Yingkui Li, Yuyue Xu, and Weishou Shen. 2016. "Pattern of NDVI-Based Vegetation Greening Along an Altitudinal Gradient in the Eastern Himalayas and Its Response to Global Warming." *Environmental Monitoring and Assessment* 188 (3): 1–10.
<https://doi.org/10.1007/s10661-016-5196-4>.
24. Li, Huidong, Yuyu Zhou, Xun Wang, Xu Zhou, Huiwen Zhang, and Sahar Sodoudi. 2019. "Science of the Total Environment Quantifying Urban Heat Island Intensity and Its Physical Mechanism Using WRF/UCM." *Science of the Total Environment* 650. Elsevier B.V.: 3110–3119. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.025>.
26. Liu, Qun, Zhaoping Yang, Fang Han, Zhaoguo Wang, and Cuirong Wang. 2016. "NDVI-Based Vegetation Dynamics and their Response to Recent Climate Change: A Case Study in the Tianshan Mountains, China." *Environmental Earth Sciences* 75 (16). Springer Berlin Heidelberg: 1–15.
<https://doi.org/10.1007/s12665-016-5987-5>.
27. Liu, Ya, Yan Li, Shuangcheng Li, and Safa Motesharrei. 2015. "Spatial and Temporal Patterns of Global NDVI Trends: Correlations With Climate and Human Factors." *Remote Sensing* 7 (10): 13233–13250.
<https://doi.org/10.3390/rs71013233>.
28. Lu, Lei, Tingjun Zhang, Tiejun Wang, and Xiaoming Zhou. 2018. "Evaluation of Collection-6 MODIS Land Surface Temperature Product Using Multi-Year

- Ground Measurements in an Arid Area of Northwest China.” *Remote Sensing* 10 (11): 1852. <https://doi.org/10.3390/rs10111852>.
29. Ma, Xu, Anlong, Alfredo Huete, Qiang Yu, Natalia Restrepo Coupe, Kevin Davies, Mark Broich, et al. 2013. “Spatial Patterns and Temporal Dynamics in Savanna Vegetation Phenology Across the North Australian Tropical Transect.” *Remote Sensing of Environment* 139. Elsevier Inc.: 97–115. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.07.030>.
 30. Mao, K. B., Y. Ma, X. L. Tan, X. Y. Shen, G. Liu, Z. L. Li, J. M. Chen, and L. Xia. 2017. “Global Surface Temperature Change Analysis Based on MODIS Data in Recent Twelve Years.” *Advances in Space Research* 59 (2): 503–512. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2016.11.007>.
 31. Maselli, Fabio. 2004. “Monitoring Forest Conditions in a Protected Mediterranean Coastal Area by the Analysis of Multiyear NDVI data.” *Remote Sensing of Environment* 89 (4): 423–433. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2003.10.020>.
 32. Mildrexler, David J., Maosheng Zhao, and Steven W. Running. 2011. “A Global Comparison Between Station Air Temperatures and MODIS Land Surface Temperatures Reveals the Cooling Role of Forests.” *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* 116 (3): 1–15. <https://doi.org/10.1029/2010JG001486>.
 33. Mishra, Niti B., and Gargi Chaudhuri. 2015. “Spatio-Temporal Analysis of Trends in Seasonal Vegetation Productivity Across Uttarakhand, Indian Himalayas, 2000–2014.” *Applied Geography* 56. Elsevier Ltd: 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.10.007>.
 34. Mishra, Niti B., Kelley A. Crews, Neeti Neeti, Thoralf Meyer, and Kenneth R. Young. 2015. “MODIS Derived Vegetation Greenness
 35. Trends in African Savanna: Deconstructing and Localizing the Role of Changing Moisture Availability, Fire Regime and Anthropogenic Impact.” *Remote Sensing of Environment* 169. Elsevier Inc.: 192–204. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.08.008>.
 36. Mishra, Niti B., and Kumar P. Mainali. 2017. “Greening and Browning of the Himalaya: Spatial Patterns and the Role of Climatic Change and Human Drivers.” *Science of The Total Environment* 587–588. Elsevier B.V: 326–339. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.156>.

37. Mohanty, Binayak P., Venkat Lakshmi, and Carsten Montzka. 2013. "Remote Sensing for Vadose Zone Hydrology – A Synthesis From the Vantage Point." *Vadose Zone Journal* 12: 1–6. <https://doi.org/10.2136/vzj2013.07.0128>.
38. Monteith, J. L. 1964. *Evaporation and Environment. The State and Movement of Water in Living Organisms*. Symposium of the Society of Experimental Biology, Vol. 19, 205–234. Cambridge: Cambridge University Press.
39. Monteith, J. L. 1965. "Evaporation and Environment." *Symposia of the Society for Experimental Biology* 19: 205–224.
40. Mu, Qiaozhen, Faith Ann Heinsch, Maosheng Zhao, and Steven W. Running. 2007. "Development of a Global Evapotranspiration Algorithm Based on MODIS and Global Meteorology Data." *Remote Sensing of Environment* 111: 519–536. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.04.015>.
41. Mu, Qiaozhen, Maosheng Zhao, and Steven W. Running. 2011. "Improvements to a MODIS Global Terrestrial Evapotranspiration Algorithm." *Remote Sensing of Environment* 115 (8). Elsevier Inc.: 1781–1800. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.02.019>.
42. Parmesan, Camille, and Gary Yohe. 2003. "A Globally Coherent Fingerprint of Climate Change Impacts Across Natural Systems." *Nature* 421 (January). Macmillan Magazines Ltd.: 37. <https://doi.org/10.1038/nature01286>.
43. Piao, Shilong, Xuhui Wang, Philippe Ciais, Biao Zhu, Tao Wang, and Jie Liu. 2011. "Changes in Satellite-Derived Vegetation Growth Trend in Temperate and Boreal Eurasia From 1982 to 2006." *Global Change Biology* 17 (10): 3228–3239. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02419.x>.
44. Pielke, Roger A., Christopher A. Davey, Dev Niyogi, Souleymane Fall, Jesse Steinweg-Woods, Ken Hubbard, Xiaomao Lin, et al. 2007. "Unresolved Issues With the Assessment of Multidecadal Global Land Surface Temperature Trends." *Journal of Geophysical Research Atmospheres* 112 (24): 1–26. <https://doi.org/10.1029/2006JD008229>.
45. Qin, Zhihao, Giorgio Dall’Olmo, Arnon Karnieli, and Pedro Berliner. 2001. "Derivation of Split Window Algorithm and Its Sensitivity Analysis for Retrieving Land Surface Temperature From NOAA-Advanced Very High Resolution Radiometer Data." *Journal of Geophysical Research Atmospheres* 106 (D19): 22655–22670. <https://doi.org/10.1029/2000JD900452>.

46. Qu, Michael, Joe Wan, and Xianjun Hao. 2014. "Analysis of Diurnal Air Temperature Range Change in the Continental United States." *Weather and Climate Extremes* 4. Elsevier: 86–95. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2014.05.002>.
47. Quéré, Le, Michael R. Raupach, Josep G. Canadell, Gregg Marland, Laurent Bopp, Philippe Ciais, Thomas J. Conway, et al. 2009. "Trends in the Sources and Sinks of Carbon Dioxide." *Nature Geoscience* 2 (12): 831–836. <https://doi.org/10.1038/ngeo689>.
48. Running, Steven W. 2019. "User's Guide MODIS Global Terrestrial Evapotranspiration (ET) Product NASA Earth Observing System MODIS Land Algorithm (For Collection 6)."
49. Sun, Donglian, Rachel T. Pinker, and Menas Kafatos. 2006. "Diurnal Temperature Range Over the United States: A Satellite View." *Geophysical Research Letters* 33 (5): 2–5. <https://doi.org/10.1029/2005GL024780>.
50. Tierney, L., A. J. Rossini, N. Li, and H. Sevcikova. 2018. "Package 'Snow'."
51. Urqueta, Harry, Jorge Jódar, Christian Herrera, Hans-G. Wilke, Agustín Medina, Javier Urrutia, Emilio Custodio, and Jazna Rodríguez. 2018. "Land Surface Temperature as an Indicator of the Unsaturated Zone Thickness: A Remote Sensing Approach in the Atacama Desert." *Science of The Total Environment* 612. Elsevier B.V.: 1234– 1248. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.305>.
52. Verbesselt, Jan, and Martin Herold. 2012. "Near Real-Time Disturbance Detection Using Satellite Image Time Series: Drought Detection in Somalia." *Remote Sensing of Environment* 123: 98–108. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.02.022>.
53. Verbesselt, Jan, Rob Hyndman, and Darius Culvenor. 2010. "Phenological Change Detection While Accounting for Abrupt and Gradual Trends in Satellite Image Time Series." *Remote Sensing of Environment* 114 (12): 2970–2980. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.08.003>.
54. Verbesselt, Jan, Rob Hyndman, Glenn Newnham, and Darius Culvenor. 2010. "Detecting Trend and Seasonal Changes in Satellite Image Time Series." *Remote Sensing of Environment* 114: 106–115. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.08.014>.

55. Wan, Zhengming. 2013. "MODIS Land Surface Temperature Products Users' Guide."
56. Wan, Zhengming, and Z.-L. Li. 2008. "Radiance-Based Validation of the V5 MODIS Land-Surface Temperature Product." *International Journal of Remote Sensing* 29 (17–18). Taylor & Francis: 5373–5395.
<https://doi.org/10.1080/01431160802036565>.
57. Wan, Zhengming, Y Zhang, Y.Q Zhang, and Z.-L Li. 2002. "Validation of the Land-Surface Temperature Products Retrieved From Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer Data." *Remote Sensing of Environment* 83: 163–180.
58. Wang, Wenhui, Shunlin Liang, and Tilden Meyers. 2008. "Validating MODIS Land Surface Temperature Products Using Long-Term Nighttime Ground Measurements." *Remote Sensing of Environment* 112 (3): 623–635.
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.05.024>.
59. Xu, Guang, Huifang Zhang, Baozhang Chen, Hairong Zhang, John L. Innes, Guangyu Wang, Jianwu Yan, Yonghong Zheng, Zaichun Zhu, and Ranga B. Myneni. 2014. "Changes in Vegetation Growth Dynamics and Relations With Climate Over China's Landmass from 1982 to 2011." *Remote Sensing* 6 (4): 3263–3283. <https://doi.org/10.3390/rs6043263>.
60. Yin, Gang, Zengyun Hu, Xi Chen, and Tashpolat Tiyp. 2016. "Vegetation Dynamics and Its Response to Climate Change in Central Asia." *Journal of Arid Land* 8 (3): 375–388. <https://doi.org/10.1007/s40333-016-0043-6>.
61. Zhou, Decheng, Liangxia Zhang, Dan Li, Dian Huang, and Chao Zhu. 2016. "Climate – Vegetation Control on the Diurnal and Seasonal Variations of Surface Urban Heat Islands in China." *Environmental Research Letters* 11 (7). IOP Publishing: 074009. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/7/074009>.

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

1. Βαλεοντής, Κ. (2004). Ο "Αναλογικός κανόνας" χρήσιμο ορολογικό εργαλείο στη διαγλωσσική μεταφορά γνώσης, Ελληνική εταιρεία ορολογίας (ΕΛΕΤΟ), 2η Σύνοδος κορυφής για την ορολογία Βαρκελώνη Ισπανίας - 26-27 Νοεμβρίου 2004.

2. Γραμμενίδης, Σ. (χ.χ.). Η έννοια της ισοδυναμίας στη μεταφραστική διαδικασία
3. Δημητρούλια, Τ. (2005). Μετάφραση και κουλτούρα πολιτισμική στροφή στη μεταφρασεολογία και ο ρόλος των νέων τεχνολογιών. Σύγκριση, 16 158-172.
4. Ελληνική Εταιρεία Ορολογίας (ΕΛΕΤΟ, 2007). Η αέναη διαδρομή.
5. Ελληνική Εταιρεία Ορολογίας (ΕΛΕΤΟ, 2007). Βάσεις ορολογικών δεδομένων από την ΕΛΕΤΟ
6. Καραδήμου Δ., Κρίμπας Π., Ζητήματα Περιβαλλοντικής ορολογίας και η σχετική συμβολή της ελληνικής γλώσσας
7. Καρδούλη, Μ. (2011) Η ορολογική νοοτροπία 12-14/11/2015 10ο Συνέδριο ΕΛΕΤΟ
8. Κελάνδριας, Ι. Π. (2013). Η ορολογική “σύγκλιση” ως μεταφραστικό εργαλείο της ειδικής μετάφρασης. Συνέδριο “Ελληνική Γλώσσα και Ορολογία” ΕΛΕΤΟ - 9ο.
9. Κεντρωτής, Γ. (1996), Θεωρία και πράξη της μετάφρασης. Αθήνα: Εκδόσεις Διάυλος.
10. Κούρτη – Καζούλλη, Β. (2000) Γνωστική περιοχή: Διγλωσσία, Διαπολιτισμική Εκπαίδευση και Μειονότητες.
11. Κουτσιβίτης, Β. (1990-1991) Διεθνείς τάσεις στη θεωρία της μετάφρασης, Γλωσσολογία 9-10
12. Κουτσιβίτης, Β. (1992) Η θεωρία της μετάφρασης στην Ελλάδα, Αθήνα: Ελλ. Πανεπ. Εκδόσεις.
13. Μπατσαλία, Φ. & Σέλλα – Μάξη. Ε. (1994). Γλωσσολογική προσέγγιση στη θεωρία και τη διδακτική της μετάφρασης, Αθήνα: Εκδόσεις Έλλην.
14. Μπατσαλία, Φ. (2001-2003) Παράμετροι της μεταφραστικής διαδικασίας και συγκριτική γλωσσολογία Αθήνα: Εκδόσεις Παρουσία, Τόμος ΙΕ-ΙΣΤ΄.
15. Παλασάκη, Β. (2007) «Τα σώματα κειμένων: Ένα εργαλείο για τα παραδείγματα εξειδικευμένων λέξεων», Αθήνα: Ελληνική Εταιρία Ορολογίας. ΕΛΕΤΟ
16. Παριανού Αναστασία. Η ανάγκη της λειτουργικής προσέγγισης στη μετάφραση ειδικών κειμένων ΕΛΕΤΟ (1-3/11/2007)
17. Πολίτης Μ. (2012) Ζητήματα γνωσιακής προσέγγισης της διδακτικής της μετάφρασης.

18. Πούγγουρας, Π. (2006). Η συμβολή της Ορολογίας στη μετάφραση ειδικών κειμένων: το παράδειγμα μίας ορολογικής εργασίας με αντικείμενο την ειδική γλώσσα της Κρυπτολογίας
19. Τεχνική Επιτροπή Ορολογίας (ΕΛΟΤ ΤΕ 21) (2012). Ελληνικά Πρότυπα Ορολογίας.
20. Τσίγκου, Μ. (2011). Σύντομη εισαγωγή στις σχέσεις γλωσσολογίας και μετάφρασης με παραδείγματα από το ζεύγος ελληνικής – γαλλικής.
21. Χαραλαμπίκης, Χ. (2011). Λεξικογραφία και ορολογία: Συμπεράσματα από τη σύγκριση δύο σύγχρονων νεοελληνικών λεξικών. ΕΛΕΤΟ – 8ο Συνέδριο «Ελληνική Γλώσσα και Ορολογία» 10-12 Νοεμβρίου 2011.

Έντυπα Λεξικά

Betsis, A. (2003) Collins English – Greek Dictionary. Αθήνα: Express Publishing

Oxford English – Greek learner's dictionary (2008). Αθήνα: Oxford University Press

Hornby, A.S. (2005). Oxford Advanced Learner's Dictionary. Oxford: Oxford University press.

Ηλεκτρονικά λεξικά

<https://www.acronymfinder.com>

<https://www.translatum.gr/dictionary/download-greek.htm>

<https://www.wordreference.com/engr/>

<https://translate.google.gr/>

<https://iate.europa.eu/>

<http://eleto.gr/gr/reception.htm>

Μεταφραστική τεχνολογία

<https://www.systransoft.com/lp/greek-english-translation/>

