ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ-ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

Δείκτες αξιοποίησης υδατικών πόρων για τη γεωργία σε ευρωπαϊκό επίπεδο

ΚΑΝΕΛΛΑΣ Δ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ

Επιβλέπων: Καθηγητής Ε. Μπαλτάς

Αθήνα, Ιούνιος 2015

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ-ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

Δείκτες αξιοποίησης υδατικών πόρων για τη γεωργία σε ευρωπαϊκό επίπεδο

ΚΑΝΕΛΛΑΣ Δ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ

Επιβλέπων: Καθηγητής Ε. Μπαλτάς

Αθήνα, Ιούνιος 2015

Ευχαριστίες

Η εκπόνηση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του ΔΠΜΣ “Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων”.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα κ. Ευάγγελο Μπαλτά, Καθηγητή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, αρχικά που με εμπιστεύθηκε με το συγκεκριμένο θέμα και δέχθηκε να πραγματοποιήσω την εργασία μου υπό την επίβλεψή του και στην συνέχεια για όλο το χρόνο που αφιέρωσε στο να με καθοδηγεί έτσι ώστε να υπάρξει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Ευχαριστώ επίσης θερμά τον Γιώργο Μπαριάμη, Υποψήφιο Διδάκτορα του ΕΜΠ, για την καθοριστική βοήθεια του έτσι ώστε να ολοκληρωθεί αυτή η μεταπτυχιακή εργασία. Από την πρώτη στιγμή με βοήθησε και ουσιαστικά, με την παροχή δεδομένων που θα χρειαζόμουν πολύ περισσότερο χρόνο ώστε να επεξεργαστώ, αλλά και πνευματικά με τις καθοριστικές συμβουλές του.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς επιτροπής, την κ. Δ. Παναγούλια – Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΕΜΠ, τον κ. Ν. Δέρκα – Αναπληρωτή Καθηγητή στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και τον κ. Ε. Μπαλτά για το χρόνο τους και την παρουσία τους στην εξέταση της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Με εκτίμηση,

Κανελλάς Δ. Θεόδωρος

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες i
Περίληψη iv
Extended Abstract v
Κεφάλαιο 1 1
1. Εισαγωγή 1
1.1 Υδατικοί Πόροι 1
1.2 Η Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ περί Υδάτων 3
1.3 Στόχοι και Βασικά Σημεία της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ 5
1.4 Η χρήση νερού στην Ευρώπη 6
1.4.1 Γεωργική χρήση νερού 10
1.4.2 Αστική χρήση νερού 11
1.4.3 Βιομηχανική χρήση νερού 12
1.4.4 Ενεργειακή χρήση νερού 13
1.5 Παράγοντες που ασκούν πίεση στα υδατικά αποθέματα 14
1.5.1 Οικονομική ανάπτυξη 14
1.5.2 Κοινωνικές τάσεις 15
1.5.3 Δημογραφική αλλαγή 16
1.5.4 Τεχνολογική αλλαγή 17
1.5.5 Ποιότητα του περιβάλλοντος – Κλιματική αλλαγή 17
Κεφάλαιο 2 19
2. Δεδομένα 19
2.1 NUTS – Κοινή ονοματολογία των εδαφικών στατιστικών μονάδων 19
2.2 Πρόγραμμα CORINE 20
2.3 Διαθεσιμότητα, απόληψη και διανομή υδάτων 27
2.3.1 Διαθεσιμότητα υδάτων 28
2.3.2 Απόληψη υδάτων 31
2.3.3 Διανομή υδάτων 33
2.4 Η άρδευση στην Ευρώπη 36
2.4.1 Αρδευόμενες εκτάσεις 37
2.5 Καλλιέργειες και Άρδευση 38
2.5.1 Υδατικές Ανάγκες Καλλιεργειών 40
2.5.2 Κλίμα και Υδατικές Ανάγκες Καλλιεργειών 42
2.5.3 Επίδραση του τύπου καλλιέργειας στις υδατικές ανάγκες της 42

2.5.4 Επίδραση του σταδίου ανάπτυξης της καλλιέργειας στις υδατικές ανάγκες της ... 45
Κεφάλαιο 3 ... 47
3. Δείκτης και Μεθοδολογία ... 47
3.1 Δείκτης WREI 004 ... 47
3.2 Μεθοδολογία ... 48
3.2.1 Νερό άρδευσης καλλιεργειών ... 48
3.2.2 Οικονομικός παράγοντας ... 49
Κεφάλαιο 4 ... 52
4. Αποτελέσματα ... 52
4.1 Εφαρμογή του δείκτη WREI 004 ... 52
4.2 Υπολεκάνη 026 – Ηνωμένο Βασίλειο – Anglian ... 53
4.3 Υπολεκάνη 070 – Γερμανία – Danube main – Upper ... 58
4.4 Υπολεκάνη 117 - Ισπανία - Ebro main - Medium - Gallego ... 64
4.5 Υπολεκάνη 292 - Γαλλία – Maine ... 69
4.6 Υπολεκάνη 414 – Ολλανδία - Γερμανία – Rhine coastal: Lek ... 75
4.7 Υπολεκάνη 517 – Ελλάδα – Thessalia ... 81
4.8 Σύγκριση αποτελεσμάτων ... 86
Κεφάλαιο 5 ... 88
5. Συμπεράσματα – Προτάσεις για μελλοντική έρευνα ... 88
5.1 Συμπεράσματα ... 88
5.2 Προτάσεις ... 89
6. Βιβλιογραφικές αναφορές ... 91

Περίληψη

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία έχει σαν σκοπό τον υπολογισμό ενός δείκτη αξιοποίησης υδατικών πόρων για τη γεωργία και πιο συγκεκριμένα του δείκτη WREI 004 σε έξι περιοχές της Ευρώπης. Μέσω του δείκτη υπολογίζεται η σχέση μεταξύ των υδατικών απολήψεων για γεωργικούς σκοπούς και των αγροτικών χρήσεων γης σε κάθε μία από τις έξι υπολεκάνες της παρούσας εργασίας. Όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης τόσο δυσανάλογη είναι η χρήση νερού σε σχέση με τις καλλιεργούμενες εκτάσεις.

Αρχικά, γίνεται μια αναφορά στους υδατικούς πόρους σε ευρωπαϊκό επίπεδο καθώς και τα βασικά σημεία της Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ. Πραγματοποιείται μια αποτίμηση της χρήσης νερού στην Ευρώπη και οι τομείς για τους οποίους απαιτείται απόληψη του.

Στο 2^{ο} Κεφάλαιο παρουσιάζονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του δείκτη και το θεωρητικό τους υπόβαθρο. Αυτά είναι τα επίπεδα NUTS 2, τα οποία αποτελούν εδαφικές μονάδες στις οποίες είναι χωρισμένες οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το πρόγραμμα CORINE Land Cover, η διαθεσιμότητα των υδάτων σε σχέση με τη διανομή και την απόληψή τους, η άρδευση σε ευρωπαϊκό επίπεδο καθώς και η συσχέτισή της με τις καλλιέργειες και τις υδατικές τους απαιτήσεις.

Ακολούθως γίνεται μία γενική περιγραφή του δείκτη WREI 004 και η μεθοδολογία υπολογισμού του με βάση τους επιμέρους παράγοντες που είναι οι υδατικές απολήψεις (hm^3), οι καλλιεργούμενες εκτάσεις (ha), οι αρδευόμενες εκτάσεις (ha) και η αξία παραγωγής της καλλιέργειας με βάση την τιμή του παραγωγού.

Κατόπιν πραγματοποιείται ο υπολογισμός του δείκτη, με παρουσίαση όλων των επιμέρους δεδομένων και της διαδικασίας που ακολουθήθηκε στην υπολεκάνη Anglian της Αγγλίας, στην υπολεκάνη Danube main – Upper της Γερμανίας (με μικρό μέρος της να ανήκει στην Αυστρία), στην υπολεκάνη Ebro main - Medium - Gallego της Ισπανίας, στην υπολεκάνη Maine της Γαλλίας, στην υπολεκάνη Rhine coastal: Lek της Ολλανδίας (με μικρό μέρος της να ανήκει στην Γερμανία) και στην υπολεκάνη της Θεσσαλίας της Ελλάδας.

Τέλος εξάγονται κάποια συμπεράσματα σχετικά με τα τιμές του δείκτη αλλά και τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του και γίνονται κάποιες προτάσεις για το πώς θα μπορούσαν στο μέλλον τα εξαγόμενα αποτελέσματα και συμπεράσματα να είναι πιο αξιόπιστα.

Extended Abstract

Introduction

The scope of this postgraduate/master thesis is the calculation of a water resources utilization in agriculture indicator, and more specifically WREI 004 indicator, in six different European sub-basins. This indicator estimates the relation between the water abstraction for agricultural purposes and the agriculture land uses in each of the six sub-basins. The increase of the indicator, displays a disproportion between the water use and the croplands.

Agricultural Water Use

In the southern European countries irrigation is essential to ensure an every year production increase, while in central and western Europe is just a way to maintain production during dry summers. The most irrigated regions of the EU, is the Mediterranean countries plus Romania and Bulgaria.

During the past decades the trends in agricultural water use have been generally rising due to the increasing use of water for irrigation. However, during recent years in several countries the growth rate has been slowed. The total intake amount of water abstracted intended for irrigation in Europe is about 105.068 hm^3/year.

The average dispensed amount of water for agriculture decreased from about 5.499 to 5170 m^3/ha/year between 1990 and 2001. The reforms of the Common Agricultural Policy (CAP) should lead to changes in crop types, in irrigated areas and in the amount of the used water. Overall, two tendencies can be distinguished. The first had to do with the reduction of the water demand by decreasing the production and the second refers to a turn into more profitable crops, which in southern climates often require irrigation.

Perhaps, the main reason of northern Europe best potential is the reduction of leakage rates in water distribution systems, particularly for domestic use. In southern Europe, the biggest challenge is the reduction of losses in irrigation systems, as well as the turn to crops that demand smaller amounts of irrigation water and simultaneously are profitable.

Economic development through pressures on water resources

From the perspective of the economic development, a characteristic example is the pursuit, by governments, of economic growth in order to improve the living standards of their countries. The economic growth is affected by decisions which may concern sectors such as international trade, education and public health. The rate of this growth can be influenced by demographic variables, such as the availability of new technologies, population distribution, which sets the local availability of workforce, and finally, social characteristics associated with the ability of the workforce. Moreover, economic activity requires adequate amounts of natural resources, including water resources. However, climate change, caused by improvident economic development, has a negative impact on the availability of water resources.

The high standard of living, resulting from economic growth conform with increased water consumption, both to cover household needs and to produce goods. Additionally urbanization and globalization, with the consequent changes introduced in lifestyle, increase the water needs. The result is the increasing demand for limited water resources, for which there is no substitute. When water resources are not sufficient to meet demands, then the aquatic ecosystems are being overexploited, as each sector tries to satisfy the needs at the expense of others. The one who loses is ultimately the sustainability of ecosystems and organisms, including humans that depend on them for their health.

Data

NUTS - Nomenclature of Units for Territorial Statistics

The Nomenclature of Territorial Units for Statistics is a geocode standard for referencing the subdivisions of countries for statistical purposes. The standard is developed and regulated by the European Union, and thus only covers the member states of the EU in detail. The NUTS is instrumental in the European Union's Structural Fund delivery mechanisms.

For each EU member country, a hierarchy of three NUTS levels is established by Eurostat; the subdivisions in some levels do not necessarily correspond to administrative divisions within the country. A NUTS code begins with a two-letter code referencing the country, ES for Spain, IT for Italy etc. Exceptions are United Kingdom (UK instead of GB) and Greece (EL instead of

GR). The subdivision of the country is then referred to with one number. A second or third subdivision level is referred to with another number each. Each numbering starts with 1, as 0 is used for the upper level. Where the subdivision has more than nine entities, capital letters are used to continue the numbering. A similar statistical system is defined for the candidate countries and members of the European Free Trade Association, but they are not technically part of NUTS governed by the regulations.

CORINE Land Cover

Agricultural Areas

Arable land

Non-irrigated arable land (CLC_211): Cereals, legumes, fodder crops, root crops and fallow land. Includes flowers and tree (nurseries cultivation and vegetables, whether open field or under plastic or glass (includes market gardening). Includes aromatic, medicinal and culinary plants. Does not include permanent pasture.

Permanently irrigated land (CLC_212): Crops irrigated permanently or periodically, using a permanent infrastructure (irrigation channels, drainage network). Most of these crops could not be cultivated without an artificial water supply. Does not include sporadically irrigated land.

Rice fields (CLC_213): Land prepared for rice cultivation. Flat surfaces with irrigation channels. Surfaces periodically flooded.

Permanent crops

Vineyards (CLC_221): Areas planted with vines

Fruit trees and berry plantations (CLC_222): Parcels planted with fruit trees or shrubs: single or mixed fruit species, fruit trees associated with permanently grasses surfaces. Includes chestnut and walnut groves.

Olive groves (CLC_223): Areas planted with olive trees, including mixed occurrence of olive trees and vines on the same parcel

Pastures

Pastures (CLC_231): Dense grass cover, of floral composition, dominated by graminaceae, not under a rotation system. Mainly for grazing, but the folder may be harvested mechanically. Includes areas with hedges.

Heterogeneous agricultural areas

Annual crops associated with permanent crops (CLC_241): Non-permanent crops (arable land or pasture) associated with permanent crops on the same parcel.

Complex cultivation patterns (CLC_242): Juxtaposition of small parcels of diverse annual crops, pasture and/or permanent crops.

Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation (CLC_243): Areas principally occupied by agriculture, interspersed with significant natural areas.

Agro-forestry areas (CLC_244): Annual crops or grazing land under the wooded cover of forestry species

Irrigation in Europe

Using a variety of sources, including land use maps, remote sensing images and imported statistics (Siebert et al., 2007) created a global data set for areas under irrigation. The map arises for Europe illustrates the spatial extent and intensity of irrigation in agricultural areas, showing that largely, if not exclusively, is concentrated in southern Europe. The intensity is higher in southern Romania, northern Italy (Po plain), Spain and certain regions of Greece and Turkey. Locally, in more northern regions there is a high percentage of irrigation, such as East Anglia in United Kingdom. It should be noted that the information about irrigation zones, provide no further facts on the frequency of use or the amount of water. In some regions of northern Europe, there are some areas equipped with irrigation equipment, applied a few times during dry summers.

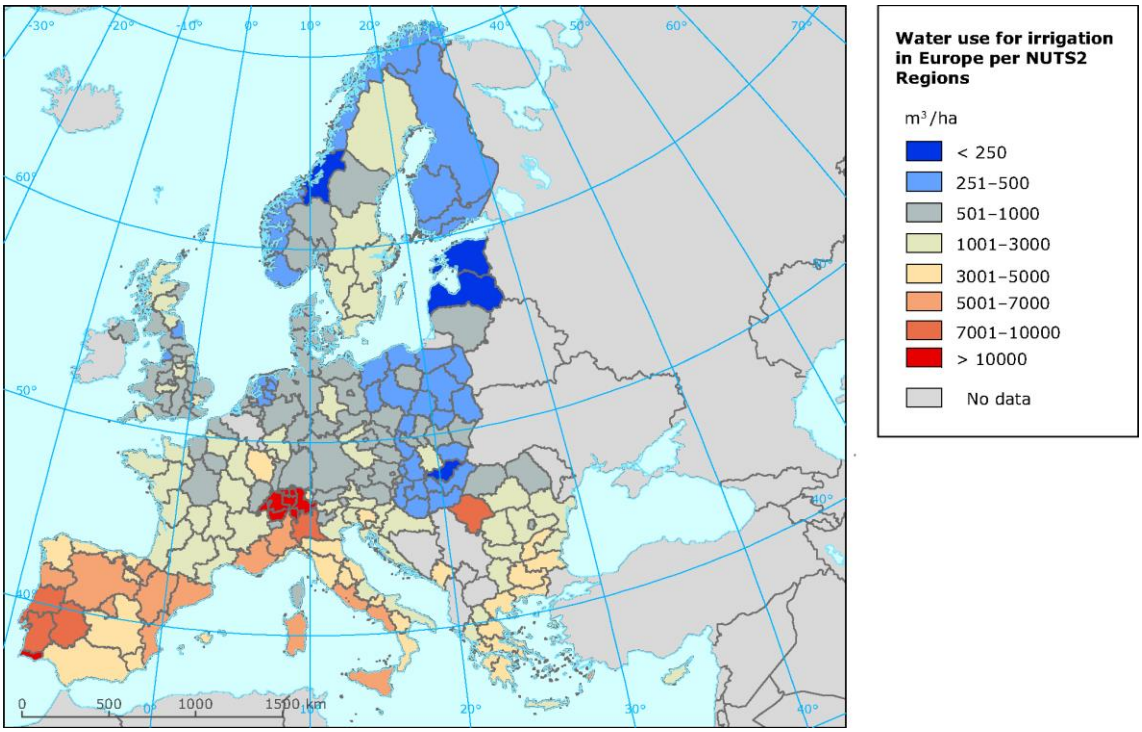


Figure 1: Map of water use for irrigation in Europe per NUTS 2 (m^3/ha)

Figure 1 shows the irrigated land across Europe, in NUTS 2 level, according to Eurostat, which quantifies the land that is properly equipped for irrigation. This information confirms that countries located in southern Europe have the largest irrigated areas (measured in 2010). The most characteristic is Italy with 3,73 million hectares (mh), Spain with 3,59 mh, France with 2,34 mh, Greece with 1,30 mh and Portugal with 0,54 mh. These countries (excluding Portugal) are the ones that from 1990 are presenting upward trends in irrigation, which were rapid for Italy and Spain till 2003. Overall was made an attempt to stabilize the situation, and therefore the exploitation of water in the northern Mediterranean countries. It is worth to be noted that in countries such as Turkey, agriculture plays a very important role in the national economy, and the increased agricultural water use is partly counterbalanced by the low industrial water use.

Methodology

Agriculture is a significant water user in Europe, accounting for around 33% of total water use, reaching up to 80% in parts of Southern Europe where irrigation needs are high (EEA, 2012). In arid and semi-arid areas of Europe (including much of Southern Europe) irrigation enables crop production where water would otherwise be a limiting factor, while in more humid and temperate areas, irrigation provides a way of regulating the seasonal availability of water to

match agricultural needs, reducing the risk of crop failures during periods of low rainfall or drought and thereby stabilizing farmer incomes (EEA, 2012).

Intensity is often used as metrics of efficiency and is, in general, a ratio referring to the resources allocated to an activity per unit of output. The term water use intensity is defined as the quantity of water allocated to an economic activity per unit produce of the activity expressed in monetary value. Thus water use intensity can be generally expressed in m^3/€. In contrast to water productivity (which places the emphasis on the level of economic output generated), water intensity focuses the attention on the quantity of water resources used for the production of economic value. Used in combination with indicative values for crop water needs, water use intensity can provide good overviews of the efficiency levels in agricultural production and can help to internalize the cost of natural resource use.

The WREI004 indicator is a Water Use Intensity indicator applied for selected irrigated crops in Europe. Additional the economic value of the same crop. The selected economic parameter for the WUI indicator is the production value of a specific crop at producer price. The rationale is to increase the accuracy of the indicator by working with a measure of the economic value that a producer generates exclusively from the production of a specific crop, leaving out the proportion of income which originates from other sources. This also allows for more appropriate comparison among Member States as any deductible taxes (e.g., VAT) and subsidies on the product are excluded. Due to the multiple external factors that may influence them, the alternative selection of other aggregate macro-economic variables (i.e. GDP) would result in a significant reduction in the relevance of the indicator for its intended purpose. Furthermore, the production value at producer price is expressed in € PPS (Purchasing Power Standard) in order to establish the analysis using a common currency. In this specific postgraduate thesis, the production value is in Euro (€), following a trend that is trying to be established in Europe. The indicator is applied in six sub-basins, corresponding to 21 NUTS 2 regions.

The indicator that is used in this postgraduate thesis describes the water use intensity in irrigated crops (WREI 004) and is defined as:

$$\frac{\text{Water Use Irrigation}_{crop}}{\text{Economic Output}_{crop}} \quad m^3/€$$

Water Use Irrigation

The indicator's numerator is the total water used for irrigation for specific crops and measured in cubic meters (m^3). The referred volume of water is the total amount abstracted and used for irrigation. The data used include various irrigation sources (abstraction from groundwater, lakes, rivers, reservoirs) which represent a consumer use, but the methodology for quantifying the respective volumes is up to each country and there is no concrete information about the demand that is covered by each source separately. Data source is the application Nopolu System2, which was created to implement the "water accounts" under the SEEA-Water UN standard. The amount used to calculate the indicator is the total amount abstracted in each examined sub-basin. Under this simplification, the irrigation methods and their efficiencies are ignored. Eurostat provides data on the percentage use of each irrigation method in each NUTS 2 regions (surface irrigation, shower-spray irrigation, drip irrigation).

Economic Output

The indicator's denominator is calculated as follows:

$$Economic\ Output\ (€) = \frac{Production\ Value * Irrigated\ Area}{Cropland}$$

Cropland (Cr)

Cropland refers to the total area of a crop (ha), whether or not irrigated. In general, data on land cover by crops is recorded every 5 years. Within the study period there were three records (2005, 2007 and 2010) and these recordings will be used as s data sets, with the reasonable assumption that in these periods there were no significant changes in land use, as follows:

For the years 2002-2005 the first set (2005)

For the years 2006-2009 the second set (2007)

For the years 2010-2012 the third set (2010)

These data were drawn from Eurostat's table "Land use: number of farms and areas of different crops by agricultural size of farm (UAA) and NUTS 2 regions". The indicator will be calculated in sub-basin level, so the data should be adjusted. CORINE Land Cover helps with this. Utilizing the information CORINE provides us and via GIS programme, we calculate the

percentage of a CLC class that territorial belongs to the sub-basin of interest. Then we create a correspondence between crops, which are available on Eurostat tables and each CLC class. Some CLCs could not be connected to crops. Knowing the total area of crops and the percentage calculated above we estimate the total area of the crop within the sub-basin. The same procedure is followed for each NUTS 2 region and for each CORINE category that part of it covers the sub-basin.

Irrigated area (IA)

IA is the area of a crop (ha) that is being irrigated, regardless of the way. Eurostat provides data only for 2010, and these data were drawn from the table “Irrigation: number of farms, areas and equipment by size of irrigated area and NUTS 2 regions". Knowing the total area of a crop for this year, and the corresponding irrigated one we calculate the percentage for each CLC category. Multiplying this percentage with the data of croplands for years 2005 and 2007, we estimate the irrigated areas for the respective years. Then we follow the same procedure with croplands’ calculation, for each NUTS 2 region and for each CORINE category that part of it covers the sub-basin.

Production value (PV)

PV refers to the production value (million €) derived from cropland in a specific NUTS 2 region. It is calculated in producer prices, and it refers to what the producer gets by selling the products, minus deductible taxes which are invoiced to the buyer as part of the transaction. These data were drawn from Eurostat’s table “Agricultural accounts according to EAA 97 Rev.1.1 by NUTS 2 regions” and as Cr and IA, PV is per crop and per NUTS 2 region. In most areas is for all years, from 2002-2012 and the calculation procedure is the same that was followed in Cr and IA.

The table below presents the combination between crops and CORINE Land Cover categories and also which data from Eurostat tables were used to cropland, irrigated area and production value.

Table 1: Eurostat data used to calculate the indicator

EUROSTAT DATA			
CORINE Land Cover Category	**Cropland (ha)**	**Irrigated Area (ha)**	**Product Value (million €)**
211 (Cereals, Sugar beet, Fresh vegetables, Potatoes, Textile)	Cereals	Area irrigated in the previous 12 months: cereals	Cereals
	Sugar beet	Area irrigated in the previous 12 months: sugar beet	Sugar beet
	Fresh vegetables, melons, strawberries	Fresh vegetables, melons, strawberries (open field)	Fresh vegetables
	Potatoes	Potatoes	Potatoes
	Industrial	Textile	Industrial
213 (Rice fields)	Rice fields	Area irrigated in the previous 12 months: rice	Rice
221 (Vineyards)	Vineyards	Area irrigated in the previous 12 months: vineyards	Grapes + wine
222 (Fruit trees and berry plantations)	Fruit trees and berry plantations	Area irrigated in the previous 12 months: fruit and berry	Fresh fruits
223 (Olive groves)	Olive groves	Area irrigated in the previous 12 months: olive plantations	Olives + olive oil
231 (Pasture)	Pasture and meadow: Permanent grassland and meadow	Temporary and permanent grass	Animal Products

Results

In this postgraduate thesis, was made an attempt to cover the whole area of Europe, at least geographically (Figure 2). In many countries data collection started recently, so we cannot draw secure conclusions, or the data are incomplete as their collection rely mainly on those who collect them and not to automated systems. The map below shows the studied sub-basins.

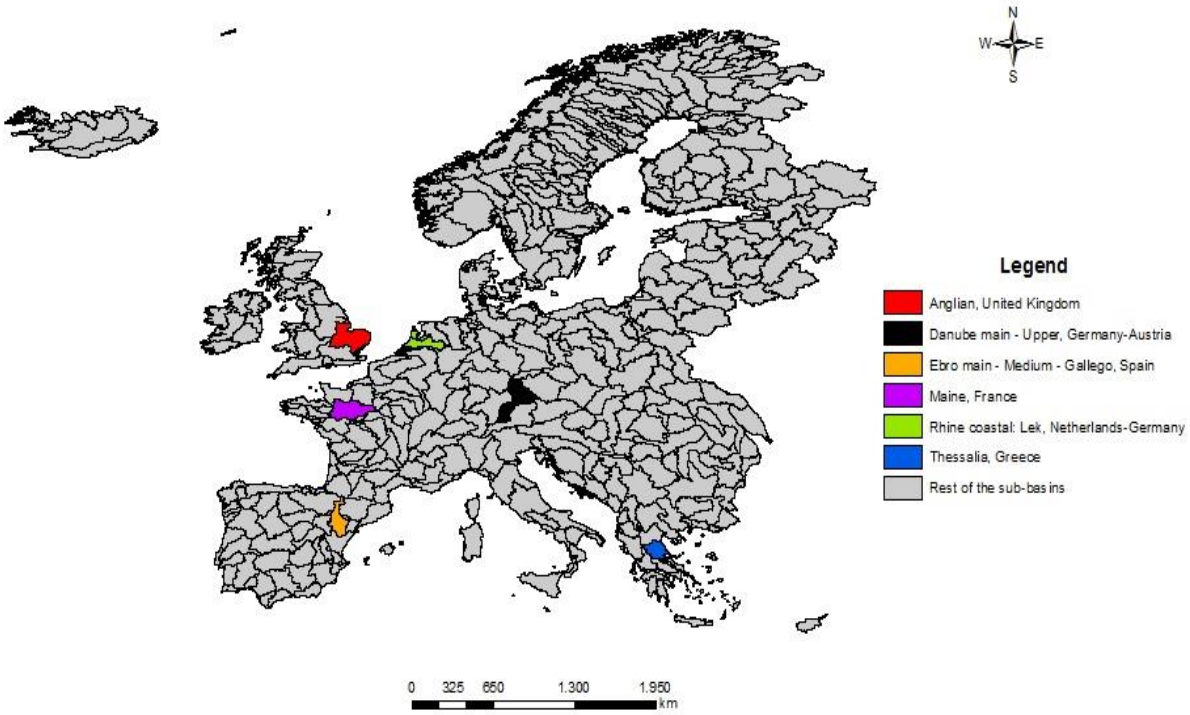


Figure 2: Sub-basins for the calculation of WREI 004 indicator

Anglian, United Kingdom

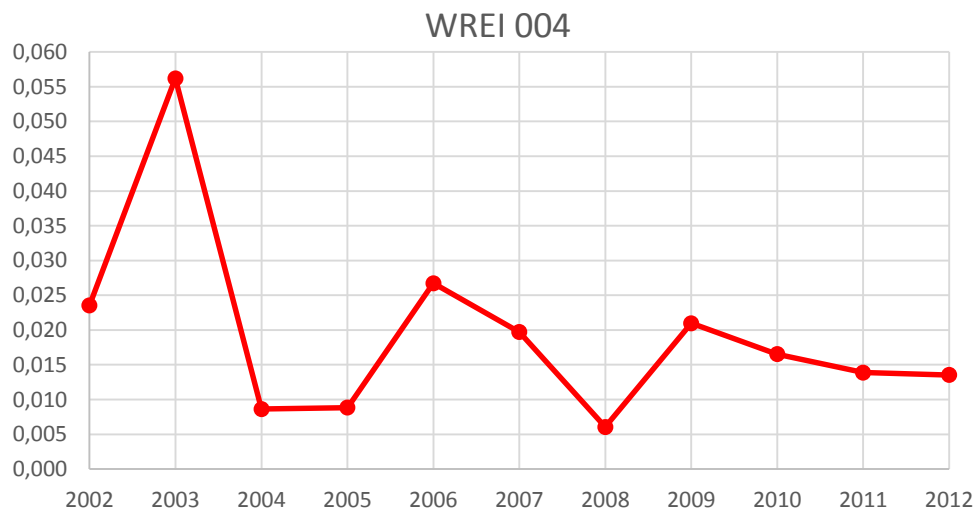


Figure 3: WREI 004 variance in sub-basin Anglian, United Kingdom

In general, the values of the indicator is considered to be low. The climate and the crops grown in the region favor the reduced abstractions. These two factors combined with large croplands, reduce significantly the indicator's values and show the prosperity of the region in relation to agricultural production and the availability of water resources.

Danube main - Upper, Germany - Austria

Table 2: WREI 004 values in sub-basin Danube main – Upper, Germany - Austria

WREI 004					
2002	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
0,000000	0,000009	0,000001	0,000000	0,000005	0,000000
2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	
0,000000	0,000002	0,000001	0,000001	0,000001	

In this sub-basin, indicator's value are very low, almost null. Results are considered normal, because even though there are large croplands water abstractions for irrigation are minor. Increased rainfall and proper exploitation are the main reasons for this, and one a few water abstractions take place during summer, when the temperature is high and crops water needs are higher compared to other seasons

Ebro main – Medium – Gallego

Table 3: WREI 004 values in Ebro main - Medium - Gallego

WREI 004	
2010	**2011**
8,626	8,276

Unfortunately, in this sub-basin there were incomplete economic data. Nevertheless, the increased water abstractions for the period 2002-2012 show that agriculture is, for this specific region, the most important pillar of its economy. A further investigation is necessary in order to compare the results with other areas, where the significance of the agricultural economy is proportionate.

Maine, France

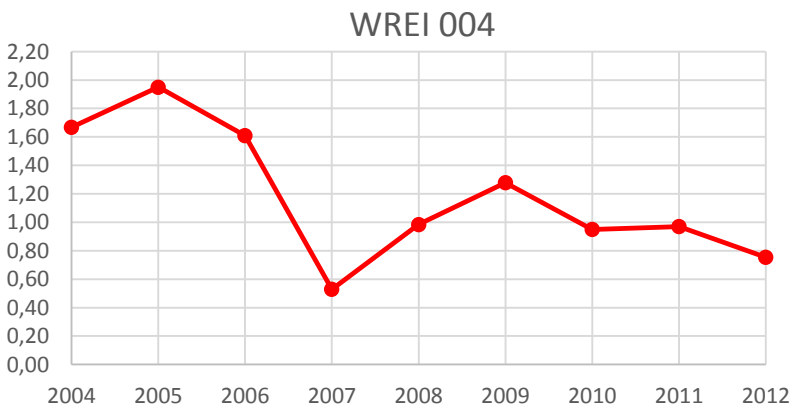


Figure 4: WREI 004 variance in sub-basin Maine, France

The differences in indicator's values, when considering a time horizon of 10 years where there are not large variations in land use, are mainly based on water abstractions for irrigation. For this reason, the highest value appears in 2005 (1,951), when abstractions were more than 127 mh^3. Considering the weather conditions of the sub-basin for these years, is observed that rainfall in 2005 was the smallest observed within this time frame (2002-2012) and as a result water abstractions are maximum in order to meet water needs.

Rhine coastal: Lek, Netherlands – Germany

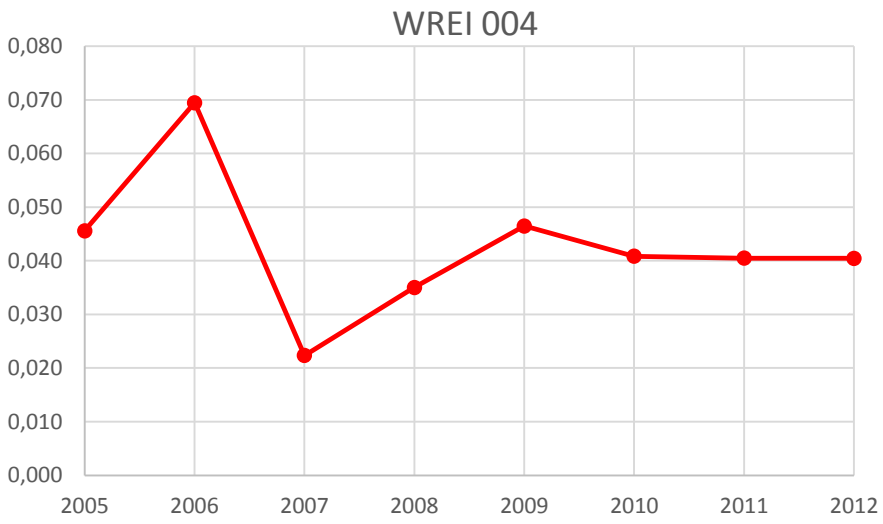


Figure 5: WREI 004 variance in sub-basin Rhine coastal: Lek, Netherlands - Germany

Indicator's values are considered low despite existing signs on water abstraction in this sub-basin and generally in Netherlands. Agriculture may be the main, but is the only factor affecting surface water and groundwater. The calculation method refer to the quantity and not the quality of the water, which seems to be the major problem in this region. Nevertheless, from 2009 till 2012 there is a stabilization (in values lower than the maximum one occurred in 2006).

Thessalia, Greece

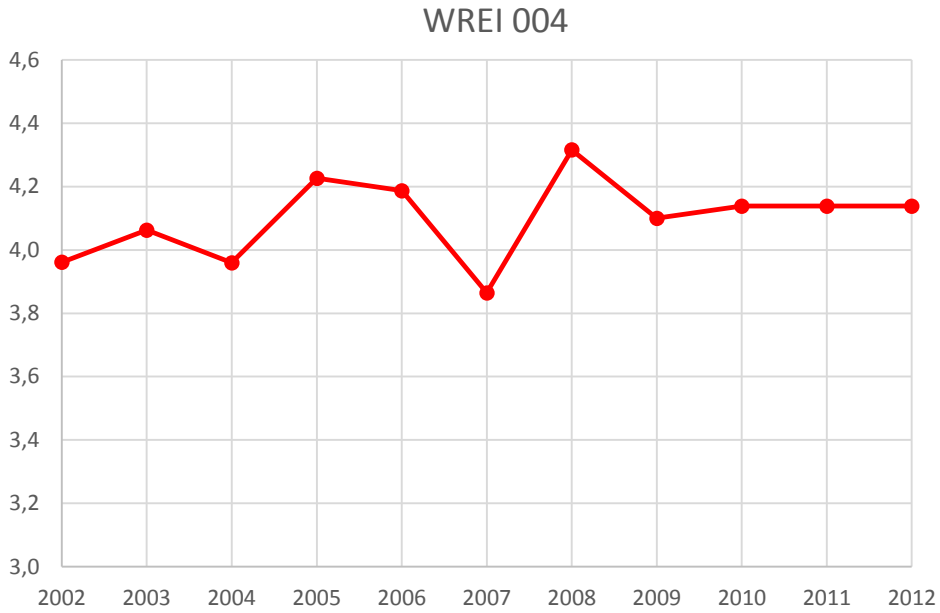


Figure 6: WREI 004 variance in sub-basin Thessalia, Greece

It is observed that the indicator remains relatively stable. Although the region has multiple problems with the availability of the water resources, abstractions are specifically high and in 2012 approached 900 mh^3, while the highest value was recorded in 2008 (933 hm^3).

Κεφάλαιο 1

1. Εισαγωγή

1.1 Υδατικοί Πόροι

Το νερό είναι σήμερα ένα από τα βασικότερα εργαλεία ανάπτυξης της οικονομίας και ταυτόχρονα ένα από τα πολυτιμότερα αγαθά για την ίδια την ύπαρξη των ανθρώπων. Αποτελεί το συγκριτικό πλεονέκτημα ανάπτυξης μιας περιοχής λειτουργώντας συμπληρωματικά με τους άλλους φυσικούς πόρους.

Για να είναι κάποιος υδάτινος χώρος, πόρος, πρέπει ο υδάτινος όγκος του να είναι διαθέσιμος ή και να μπορεί να διατεθεί για χρήση σε επαρκή ποσότητα, κατάλληλη ποιότητα, ενώ θα πρέπει να προσδιορίζεται και η χρονική περίοδος μέσα στην οποία μπορεί να ικανοποιήσει μια συγκεκριμένη ζήτηση. Ένας υδατικός πόρος, είναι δυνατό να χρησιμοποιείται ήδη ή να αποτελεί αποθηκευτικό δυναμικό στρατηγικής για το μέλλον. Αυτό όμως που καθορίζει αυτόν τον πόρο είναι η τρέχουσα και η μελλοντική του αξιοπιστία, ενώ είναι δυνατό μεταβολές στο φυσικό περιβάλλον και στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες μιας περιοχής, να επηρεάσουν το μέγεθος, την αξιοπιστία ή και να ακυρώσουν τη χρήση του (Τσακίρης, 1996).

Οι υδατικοί πόροι διακρίνονται στους επιφανειακούς και στους υπόγειους υδατικούς πόρους. Στους επιφανειακούς υδατικούς πόρους ανήκουν τα ποτάμια, οι χείμαρροι, οι λίμνες, τα έλη, οι βάλτοι, οι λιμνοθάλασσες, οι λιμνοδεξαμενές και οι ταμιευτήρες. Στους υπόγειους υδατικούς πόρους περιλαμβάνονται τα νερά των γεωτρήσεων, των πηγαδιών, των πηγών και των υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων.

Οι υδατικοί πόροι διακρίνονται σε στάσιμα, τρεχούμενα και αποθηκευμένα νερά, όπως και σε γλυκά, υφάλμυρα και αλμυρά νερά. Στα στάσιμα νερά συγκαταλέγονται οι λίμνες, τα έλη, οι παροδικά ή μόνιμα κατακλυζόμενες εκτάσεις. Οι ποταμοί και οι χείμαρροι ανήκουν στα τρεχούμενα νερά, ενώ οι πηγές και τα πηγάδια στο αποθηκευμένο υπόγειο νερό.

Αν και το νερό αποτελεί το 0,5% του βάρους της Γης, το 75% περίπου της επιφάνειας της λιθόσφαιρας καλύπτεται από νερό. Αλλά από το νερό που ήδη υπάρχει στη Γη το 97% είναι αλμυρό και βρίσκεται στους ωκεανούς, ενώ το γλυκό νερό είναι μόνο το 3%. Από αυτό, το 2,15% παραμένει στους παγετώνες και στους δύο πόλους, το 0,001% στην ατμόσφαιρα, το

0,35% σε υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες και το υπόλοιπο σε ποτάμια, λίμνες και υδροβιότοπους. Από τις τεράστιες αυτές ποσότητες νερού μόνο το 1% είναι διαθέσιμο για πόσιμο νερό. Επίσης, σημαντικές ποσότητες νερού υπάρχουν με τη μορφή υδριτών με πυριτικά άλατα και οξείδια μετάλλων της λιθόσφαιρας. Γίνεται κατανοητό ότι το γλυκό νερό ως φυσικός πόρος είναι σε ανεπάρκεια. Όμως το νερό είναι βασικό στοιχείο του κύκλου ζωής των φυτών και κάθε ζωντανού οργανισμού στη γη, καθώς είναι απαραίτητο για να αναπτυχθούν και να επιβιώσουν.

Όταν μιλάμε για συστήματα υδατικών πόρων εννοούμε μία σειρά από φυσικές μορφολογικές και υδρολογικές ενότητες που συναντώνται στα επιφανειακά και υπόγεια νερά. Αυτές οι φυσικές ενότητες με την παρέμβαση του ανθρώπου αξιοποιούνται μέσα από ειδικές κατασκευές τις οποίες χρησιμοποιεί προς όφελός του, ενώ συγχρόνως δημιουργούνται στο περιβάλλον του και μηχανισμοί ανάδρασης. Οι ταμιευτήρες, οι λιμνοδεξαμενές, τα φράγματα, οι διώρυγες μεταφοράς αποτελούν μερικά συστήματα αξιοποίησης των υδατικών πόρων.

Οι υδατικοί πόροι κατανέμονται κυρίως στις φυσικές λίμνες, στις οποίες συγκεντρώνονται γύρω στα 200.000 km^3 νερού, στις τεχνητές λίμνες και στα ποτάμια που υπολογίζεται ότι έχουν 8,4 x 10^6 km^3 αποθηκευμένο ή μετακινούμενο νερό στα ανώτερα 1000 μέτρα του φλοιού της γης, ενώ περίπου άλλα τόσα κυβικά χιλιόμετρα βρίσκονται βαθύτερα.

Η διαχείριση των υδατικών πόρων, του σημαντικότερου ίσως φυσικού πόρου, δεν θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί πέρα από το συνολικό πλαίσιο. Οι υδατικοί πόροι αποτελούν βασική παράμετρο της αναπτυξιακής διαδικασίας και της ισορροπίας των οικοσυστημάτων. Παγκοσμίως εντοπίζονται σημαντικότατα προβλήματα γύρω από την επάρκεια και τη διαχείριση τους που οδηγούν σε τοπικές συγκρούσεις και σε διατάραξη διακρατικών σχέσεων. Βασικοί παράγοντες αυτής της έντασης μεταξύ των χωρών είναι η αύξηση της κατανάλωσης λόγω της πληθυσμιακής αύξησης, της αλλαγής των συνθηκών και των απαιτήσεων ζωής (καταναλωτικό μοντέλο), που είναι συνδυασμένη με ένα παραγωγικό και αναπτυξιακό μοντέλο, αδιάφορο ως προς τη διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων. Τα φαινόμενα αυτά συντελούν δευτερογενώς και στην αύξηση της ρύπανσης με την μη ελεγχόμενη διάθεση εκροών.

Η κρισιμότητα των θεμάτων διαχείρισης υδατικών πόρων εντείνεται από τις επιλογές χωρίς σχεδιασμό και πρόβλεψη, την υποτίμηση των προβλημάτων ποιότητας και ποσότητας των

υδατικών πόρων και την καθυστέρηση εισαγωγής του περιβαλλοντικού παράγοντα στον αναπτυξιακό σχεδιασμό και στη διαδικασία της αγοράς. Η πολυδιάσπαση και η ανταγωνιστικότητα των σχετικών με τους υδατικούς πόρους αρμοδιοτήτων σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, η απουσία προσωπικού και υλικοτεχνικής υποδομής, η έλλειψη σχεδιασμού και προγραμματισμού έχουν το προφανές αποτέλεσμα μιας περιστασιακής και μη ορθολογικής διαχείρισης.

1.2 Η Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ περί Υδάτων

Η Οδηγία Πλαίσιο περί Υδάτων 2000/60/ΕΚ δημοσιεύτηκε στην Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων στις 22/12/2000, θεσπίζει τις βασικές αρχές μιας βιώσιμης πολιτικής υδάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η οποία αναφέρεται στην προστασία του συνόλου αυτών, επιφανειακών (ποτάμια, λιμναία, μεταβατικά και παράκτια) αλλά και υπογείων. Αντικατοπτρίζει την τάση προς ολοκληρωμένο περιβαλλοντικό σχεδιασμό και διαχείριση. Διά μέσου του πλαισίου αυτού των βασικών αρχών αποτρέπεται η επιδείνωση των υδατικών οικοσυστημάτων, ενώ παρέχεται ποιοτική και ποσοτική προστασία των κοινοτικών υδάτων. Επίσης, υποστηρίζεται η προστασία των διαθέσιμων υδατικών πόρων, η οποία προέρχεται από τη συνετή και ορθολογική χρησιμοποίησή τους, καθώς και η διατήρηση και βελτίωση του υδατικού περιβάλλοντος στην Κοινότητα. Η Οδηγία συμβάλει ακόμη στην προοδευτική μείωση της εκπομπής επικίνδυνων ουσιών στο νερό και τη βαθμιαία εξάλειψη και τελικώς κατάργηση των “επικίνδυνων ουσιών προτεραιότητας”. Τέλος, αναφέρεται στην προστασία και διαχείριση των υπογείων υδάτων και στην εξάλειψη της ρύπανσης αυτών ή επιδείνωση της ρύπανσής τους, καθώς επίσης και στην αντιμετώπιση επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασίες.

Η Οδηγία περί Υδάτων ενσωματώνει μια σειρά από παλαιότερες, σχετικές με τα ύδατα Οδηγίες (για ποιοτικά κυρίως χαρακτηριστικά και την προστασία από ρύπανση και μόλυνση), ενώ καταργεί ένα μικρό αριθμό από αυτές. Αποτελείται από 26 άρθρα και 11 παραρτήματα στα οποία εξειδικεύονται οι απαιτήσεις που θέτει.

Η κοινοτική Οδηγία 2000/60 προωθεί, μέσω των κριτηρίων και των στόχων της, μια νέα κουλτούρα στον τομέα της διαχείρισης των υδατικών πόρων σε ευρωπαϊκό επίπεδο με έμφαση στην εξοικονόμηση, τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και στην εισαγωγή νέων τεχνολογιών καθώς και στις στρατηγικές προστασίας των υπόγειων υδάτων, μέσω ολοκληρωμένων προσεγγίσεων.

Μείζονος σημασίας το γεγονός ότι η επιτυχία της εφαρμογής της Οδηγίας αναμένεται να εξαρτηθεί από δύο βασικούς παράγοντες. Συγκεκριμένα:

- Την εναρμόνιση όλων των φυσικών διεργασιών και ανθρώπινων δραστηριοτήτων που επηρεάζουν τον κύκλο του νερού μέσα στα χωρικά πλαίσια μιας υδρολογικής λεκάνης.
- Την έγκαιρη λήψη κατάλληλων διαχειριστικών μέτρων που θα εξασφαλίσουν την επιθυμητή «καλή κατάσταση» των επιφανειακών και υπογείων υδάτων μέσα στα επόμενα χρόνια.

Η προετοιμασία της Οδηγίας διήρκεσε πάνω από μια δεκαετία και αποτέλεσε πεδίο έντονη αντιπαράθεσης σε επιστημονικό και πολιτικό επίπεδο μεταξύ των Κρατών Μελών της ΕΕ. Η ερμηνεία των προβλέψεων της Οδηγίας αποτελεί μέχρι σήμερα αντικείμενο επιστημονικών συζητήσεων και με την πάροδο αρκετών ετών θα ερμηνευθούν και να εφαρμοσθούν όλα της τα σημεία.

Οι βασικές αρχές από τις οποίες διέπεται η Οδηγία 2000/60/ΕΚ είναι οι εξής (Παναγόπουλος, 2004):

- Η «αρχή της πρόληψης». Κύρια επιδίωξη της αρχής αυτής είναι η αποφυγή ή η πρόληψη δυσμενών για το περιβάλλον επιβαρύνσεων. Αποτελεί την πρώτη θεμελιακή αρχή μιας οικολογικής πολιτικής ενός σύγχρονου κράτους και δεν θα ήταν δυνατόν να μη την υιοθετήσει και η Οδηγία 2000/60.
- Η «αρχή του ρυπαίνοντος» τίθεται σε εφαρμογή όταν έχει ήδη συντελεστεί η προσβολή του περιβάλλοντος. Η κυρίαρχη σκέψη είναι, ότι το κόστος εξουδετέρωσης της προσβολής το επωμίζεται ο ρυπαντής και δεν βαρύνει αμέτοχους τρίτους ή το σύνολο των φορολογουμένων εν γένει.
- Η «αρχή ο χρήστης πληρώνει» όπου ο χρήστης καλείται να πληρώσει, με την σκέψη ότι καταναλώνει φυσικούς πόρους που βρίσκονται σε ανεπαρκή ποσότητα σε σχέση με τις ανάγκες. Επομένως, η χρήση των υδάτων θα πρέπει να είναι λελογισμένη.
- Η «αρχή της αειφορίας». Η εν λόγω αρχή αποσκοπεί στη διαχείριση των υδατικών πόρων κατά τέτοιο τρόπο, ούτως ώστε να μην εξαντλούνται το όρια αποδοχής και να μην επηρεάζεται η φέρουσα ικανότητα των οικοσυστημάτων εξαιτίας της εισαγωγής επικίνδυνων ουσιών.

- Η «αρχή της αναλογικότητας» βάσει της οποίας το σύνολο των εκπομπών των εγκαταστάσεων που δραστηριοποιούνται σε έναν χώρο δεν θα πρέπει να ξεπερνούν κάποια καθορισμένα όρια εκπομπών.
- Η «αρχή της πληροφόρησης και της συμμετοχής του πολίτη», η πληροφόρηση των πολιτών σχετικά με την περιβαλλοντική κατάσταση διασφαλίζει το δικαίωμα συμμετοχής στη διαδικασία λήψης αποφάσεων που αφορούν το περιβάλλον. Η αρχή λαμβάνει έτσι χαρακτήρα διαβούλευσης ενώ η παρακώληση εξασκήσεως των δικαιωμάτων αυτών, παρέχεται το δικαίωμα προσφυγής ενώπιον Δικαστηρίων κατά των αποφάσεων, οι οποίες τα παραβίασαν.

1.3 Στόχοι και Βασικά Σημεία της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονισθεί ότι το νερό δεν αποτελεί εμπορικό προϊόν αλλά κληρονομιά που πρέπει να προστατεύεται και να τυγχάνει της κατάλληλης μεταχείρισης (Άρθρο 1).

Τα κράτη μέλη καλούνται να καταγράψουν όλες τις υδρογραφικές λεκάνες (λεκάνες απορροής) στην επικράτειά τους και να τις συνδέσουν με υδρογραφικές περιοχές (περιοχές λεκάνης απορροής). Οι λεκάνες απορροής που εκτείνονται στις επικράτειες περισσότερων του ενός κρατών μελών θεωρείται ότι αποτελούν μέρος διεθνούς περιοχής λεκάνης απορροής. Στη συνέχεια, τα κράτη μέλη ορίζουν αρμόδια αρχή, για την εφαρμογή των κανόνων που προβλέπονται στην παρούσα οδηγία σε κάθε μία εκ των περιοχών των λεκανών απορροής.

Τέσσερα χρόνια μετά την ημερομηνία κατά την οποία άρχισε να ισχύει η οδηγία αυτή, εν έτη 2004 δηλαδή, τα Κράτη Μέλη όφειλαν να έχουν προβεί σε ανάλυση των χαρακτηριστικών κάθε περιοχής λεκάνης απορροής, σε μελέτη των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στα ύδατα, σε οικονομική ανάλυση της αξιοποίησης των υδάτων και να έχουν μητρώο περιοχών που χρήζουν ειδικής προστασίας. Πρέπει το κάθε κράτος μέλος να έχει καταγράψει όλα τα υδατικά συστήματα υδροληψίας για ανθρώπινη κατανάλωση, εφόσον η μέση ημερήσια παροχή τους υπερβαίνει τα 10 m^3 ή εξυπηρετούν περισσότερα από 50 άτομα.

Εννέα χρόνια μετά την έναρξη ισχύος της οδηγίας αυτής, εκπονήθηκε σχέδιο διαχείρισης και πρόγραμμα μέτρων για κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού λαμβάνοντας υπόψη τα πορίσματα των αναλύσεων και των μελετών για το εν λόγω θέμα.

Τα προβλεπόμενα μέτρα στο σχέδιο διαχείρισης της περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού αποσκοπούν:

- στην πρόληψη της επιδείνωσης, τη βελτίωση και την αποκατάσταση των υδατικών συστημάτων των επιφανειακών υδάτων, την επίτευξη του στόχου της καλής οικολογικής και χημικής κατάστασης αυτών, καθώς και τη μείωση της ρύπανσης λόγω απορρίψεων και εκπομπών επικίνδυνων ουσιών
- στην προστασία, τη βελτίωση και την αποκατάσταση των υπόγειων υδάτων, στην πρόληψη της ρύπανσής τους και της επιδείνωσης της κατάστασής τους με στόχο την ισορροπία μεταξύ άντλησης και ανανέωσης
- στη διατήρηση των προστατευόμενων περιοχών

Η εφαρμογή της Οδηγίας στηρίζεται πάνω στη δημιουργία Λεκανών Απορροής Ποταμών (ΛΑΠ) ως βασικής μονάδας, ώστε να μπορούν τεθούν σε λειτουργία όλες οι ενέργειες σχεδιασμού και διαχειριστικής δράσης που αναφέρονται στο νερό. Οι Λεκάνες Απορροής αποτελούν τα φυσικά όρια εφαρμογής και όχι οι διοικητικές περιφέρειες.

1.4 Η χρήση νερού στην Ευρώπη

Οι πολυάριθμες και αυξανόμενες πιέσεις στους υδατικούς πόρους, δημιουργούν την ανάγκη θεσμοθέτησης νομοθετικών διατάξεων που θα αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τα προβλήματα ρύπανσης και θα βοηθήσουν στην εξασφάλιση των πόρων αυτών για τις επόμενες γενιές. Οι πρώτες νομοθετικές ρυθμίσεις της Ε.Ε. για τα ύδατα αφορούσαν το πόσιμο νερό, τα νερά για τη διαβίωση Σαλμονοειδών και Κυπρινοειδών ψαριών, τα νερά που είναι κατάλληλα για Οστρακοειδή, τα νερά για κολύμβηση, τα υπόγεια νερά και τις επικίνδυνες ουσίες.

Από το 1975 και μετά το θεσμικό πλαίσιο της Ε.Ε. αποτελούμενο από Οδηγίες, Κανονισμούς, Αποφάσεις και ψηφίσματα, σε συνδυασμό με τις εθνικές και διεθνείς ενέργειες για την προστασία και τη βελτίωση του υδατικού περιβάλλοντος, έχει αποδώσει καρπούς σε πολλούς τομείς. Εκτός αυτών, μεγάλο μέρος της βελτίωσης οφείλεται στη λήψη μέτρων που εισάγονταν και εισάγονται σε ευρωπαϊκό επίπεδο μέσω Πρωτοβουλιών πολιτικής και

στοχεύουν στη μείωση των πιέσεων στα ευρωπαϊκά ύδατα από τα νοικοκυριά και τη βιομηχανία.

Το 2003 ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) συνέταξε Έκθεση αναφορικά με τη γενική εικόνα που παρουσιάζουν οι Υδατικοί Πόροι του Ευρωπαϊκού Οικονομικού Χώρου και συγκεκριμένα σε ζητήματα που αφορούν: i) την οικολογική ποιότητα των υδάτων, ii) την οργανική τους ρύπανση λόγω απόρριψης θρεπτικών ουσιών, iii) τις επικίνδυνες ουσίες που εναπόκεινται σε αυτά, iv) τα ποσοτικά ζητήματα και v) την παροχή πληροφοριών στο κοινό. Σε γενικές γραμμές παρόλο που δεν έχει επιτευχθεί η λεγόμενη «καλή οικολογική κατάσταση» των υδάτων της Ε.Ε. οι συνθήκες προστασίας και βελτίωσης της ποιότητάς τους βελτιώνονται διαρκώς με την πάροδο του χρόνου. Ωστόσο, πολλά συστήματα υπογείων υδάτων, ποταμοί, λίμνες, εκβολές, παράκτια και θαλάσσια ύδατα της Ευρώπης εξακολουθούν να υφίστανται σε μεγάλο βαθμό την επίδραση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα άλλωστε αποτελεί το γεγονός ότι οι συγκεντρώσεις ρύπων παραμένουν υψηλές, ενώ τα επίπεδα ποιότητας των υδάτων είναι χαμηλότερα από τα αντίστοιχα «φυσικά» επίπεδα. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση των υδατικών οικοσυστημάτων σε πολλές περιοχές της Ε.Ε., αλλά και των οικοσυστημάτων που εξαρτώνται άμεσα από αυτά, όπως είναι για παράδειγμα οι υγροβιότοποι, καθώς και την υποβάθμιση του πόσιμου νερού και των υδάτων κολύμβησης, τα οποία συχνά δεν ανταποκρίνονται στα πρότυπα της υγείας του ανθρώπου.

Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα συνιστά μία σημαντικότατη πρόοδο στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Περιβαλλοντικής Πολιτικής, καθώς είναι η πρώτη φορά που περιλαμβάνονται συγκεντρωτικά η συνύπαρξη των εννοιών της οικολογικής κατάστασης και διαχείρισης των υδάτων σε επίπεδο Λεκάνης Απορροής. Η επιτυχία ωστόσο της Οδηγίας εξαρτάται από την ορθή εφαρμογή των διατάξεων της σε επίπεδο χωρών. Αυτός είναι άλλωστε και ο λόγος για τον οποίο η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανέπτυξε μία κοινή στρατηγική εφαρμογής της Οδηγίας σε συνεργασία με τα Κράτη-Μέλη της Ε.Ε., συμπεριλαμβανομένων των Κρατών που εντάχθηκαν πρόσφατα σε αυτήν. Η επίτευξη της καλής οικολογικής κατάστασης των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων απαιτεί τα λήψη μέτρων, τα οποία θα πρέπει να απευθύνονται ειδικότερα στο γεωργικό τομέα, μιας και η γεωργία έχει τις σημαντικότερες αρνητικές επιπτώσεις για τις περισσότερες περιοχές της Ευρώπης. Έτσι λοιπόν αναγνωρίζεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ότι η προστασία του περιβάλλοντος ως μεταβαλλόμενου συστήματος

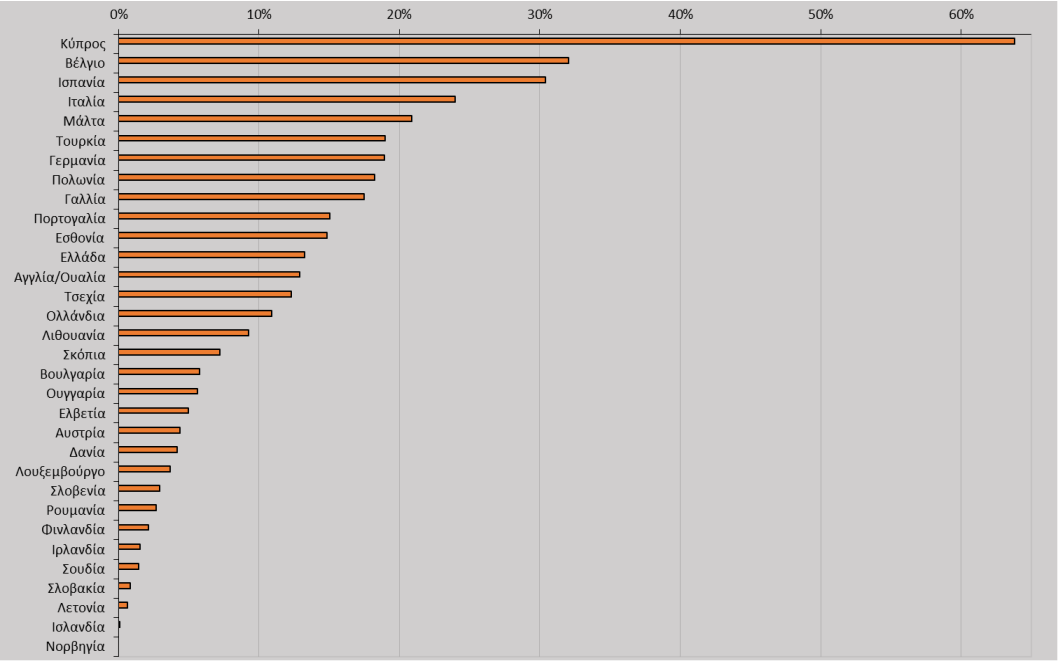
πρέπει να ενσωματωθεί στις επιμέρους Τομεακές Πολιτικές, όπως είναι για παράδειγμα η Κοινή Αγροτική Πολιτική.

Δυσκολίες προκλήθηκαν από τις δέκα χώρες που εντάχθηκαν στην Ε.Ε. το 2004, καθώς η ποιότητα των υδάτων στις χώρες αυτές διέφερε σημαντικά από την ποιότητα των υδάτων των 15 Κρατών Μελών. Το γεγονός αυτό επέφερε διαφορές στην οργάνωση των κοινωνικοοικονομικών δομών και στην περιφερειακή ανάπτυξη. Τυπικό παράδειγμα αποτελεί ότι στα πρόσφατα μέλη της Ε.Ε. εφαρμοζόταν μέχρι πρότινος λιγότερο ρυπογόνος γεωργία, αλλά και περισσότερο περιορισμένη επεξεργασία λυμάτων σε σύγκριση με τα λοιπά Κράτη-Μέλη της Ε.Ε. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο η βιομηχανία και η γεωργία σημείωσαν ύφεση στα νέα Κράτη Μέλη κατά τη διάρκεια της μετάβασής τους σε οικονομίες της αγοράς. Εάν οι χώρες αυτές θέσουν ως πρωταρχικό τους στόχο να φτάσουν τα Κοινοτικά Επίπεδα γεωργικής παραγωγής, χωρίς την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων προστασίας, τότε αναπόφευκτα θα υποβαθμιστεί η ποιότητα και η ποσότητα των υδάτων τους, καθώς οι συγκεντρώσεις νιτρικών ενώσεων στα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα θα αυξηθούν, όπως άλλωστε και το νιτρικό φορτίο στις θάλασσες της Ευρώπης. Κρίνεται επομένως απαραίτητο να μελετηθεί και να σχεδιαστεί σωστά η ανάπτυξη των οικονομιών των εν λόγω χωρών, έτσι ώστε να εξασφαλισθεί η μελλοντική ποιότητα και ποσότητα των υδάτων τους (McInnes,2003).

Μείζον θέμα αποτελεί επιπρόσθετα η μη συμμόρφωση ορισμένων Κρατών Μελών με τις επιταγές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, με ιδιαίτερη αναφορά στην περίπτωση της Ελλάδας, της Ισπανίας και της Ιταλίας. Επιπλέον η Ευρωπαϊκή Επιτροπή είχε αποστείλει το 2004 αιτιολογικές γνώμες σε εννέα άλλα Κράτη-Μέλη για τη μη συμμόρφωσή τους με τις διατάξεις της Οδηγίας και συγκεκριμένα: Στο Βέλγιο, στη Φινλανδία, στη Γερμανία, στο Λουξεμβούργο, στην Πορτογαλία, στο Ηνωμένο Βασίλειο, στις Κάτω Χώρες, στη Σουηδία και στην Ιρλανδία. Ακόμα και στα σημεία όπου παρατηρείται σημαντική πρόοδος είναι πιθανόν να εκκρεμούν ακόμη ουσιώδη προβλήματα και να υπάρχουν γεωγραφικά ζητήματα μεγάλης σημασίας.

Όσον αφορά την ποσότητα των υδάτων σημειώνεται ότι σε απόλυτους όρους οι ανανεώσιμοι πόροι γλυκών υδάτων στην Ευρώπη βάσει των στοιχείων της Eurostat ανέρχονται σε περίπου 3.500Km^3/έτος. Δώδεκα χώρες παρουσιάζουν λιγότερα από 4.000m^3/κεφαλήν/έτος, ενώ οι βόρειες χώρες και η Βουλγαρία έχουν τους υψηλότερους υδατικούς πόρους κατά κεφαλήν. Επιπλέον, η συνολική υδροληψία στην Ευρώπη ανέρχεται σε περίπου 300Km^3/έτος, γεγονός

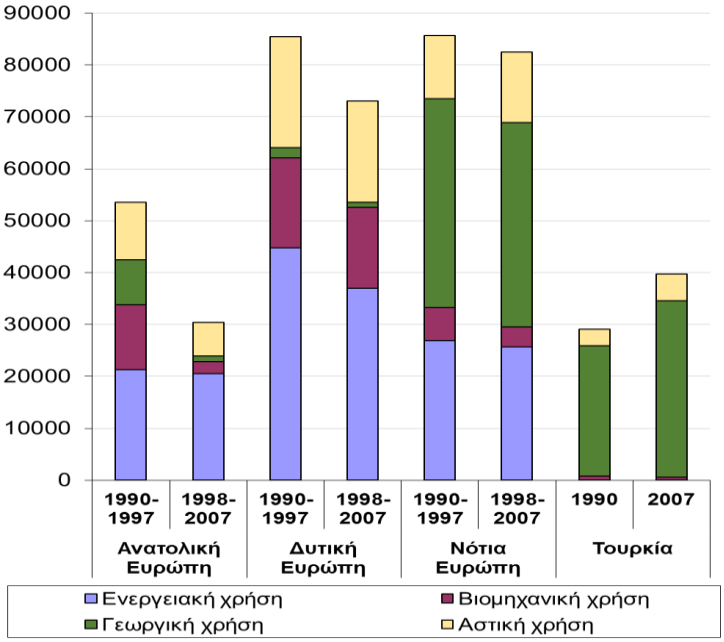
που αποδεικνύει ότι αντλείται περίπου το 10% των συνολικών πόρων γλυκών υδάτων της Ευρώπης. Σημειώνεται ότι χρησιμοποιείται ο Δείκτης Εκμετάλλευσης Υδάτων (ΔΕΥ), ο οποίος υποδεικνύει τις χώρες που παρουσιάζουν υψηλή ζήτηση σε σχέση με τους πόρους τους και κατά συνέπεια είναι πιθανό να αντιμετωπίσουν προβλήματα Υδατικών Πιέσεων. Βάσει λοιπόν του Δείκτη αυτού προκύπτει ότι ένα σύνολο είκοσι χωρών, δηλαδή περίπου το 50% του Ευρωπαϊκού Πληθυσμού θεωρείται ότι δεν υφίσταται πιέσεις. Οι εν λόγω χώρες βρίσκονται κυρίως στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη. Εννέα χώρες, δηλαδή το 32% του Ευρωπαϊκού Πληθυσμού θεωρείται ότι αντιμετωπίζουν χαμηλές υδατικές πιέσεις. Σε αυτές περιλαμβάνονται η Ρουμανία, το Βέλγιο, η Δανία, καθώς και οι νότιες χώρες. Ωστόσο τέσσερις χώρες και συγκεκριμένα η Κύπρος, η Μάλτα, η Ιταλία και η Ισπανία, οι οποίες αντιστοιχούν στο 18% του πληθυσμού της Ευρώπης, θεωρείται ότι αντιμετωπίζουν υδατικές πιέσεις. Οι χώρες αυτές μάλιστα δύναται να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα της υπερβολικής άντλησης υπογείων υδάτων και κατά συνέπεια της εξάντλησης του υδροφόρου ορίζοντα και της διείσδυσης αλατούχων υδάτων σε παράκτιους υδροφόρους ορίζοντες.



Σχήμα 1.1: Δείκτης Εκμετάλλευσης Υδάτων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Πηγή: European Environmental Agency, http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/water-exploitation-index-wei-3)

Υπάρχουν διάφορες έννοιες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να περιγράψουν τις διαφορετικές πτυχές της χρήσης νερού. Η άντληση νερού είναι η ποσότητα νερού που μπορεί να αφαιρεθεί από τον κάθε πόρο. Η προσφορά νερού αναφέρεται στο μερίδιο της αφαιρούμενης ποσότητας από τον πόρο που διατίθεται στους χρήστες (εξαιρουμένων των απωλειών κατά την ταμίευση, τη μεταφορά και τη διανομή). Η κατανάλωση νερού δηλώνει

το μερίδιο της παροχής το οποίο από την άποψη του υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιείται (π.χ. ως εξάτμιση), ενώ το υπόλοιπο επανεισάγεται στον πόρο. Η ζήτηση νερού ορίζεται ως ο όγκος του νερού που απαιτείται από τους χρήστες για να ικανοποιήσει τις ανάγκες τους. Πιο απλά θεωρείται συχνά ίσος με την προσφορά νερού, αν και εννοιολογικά οι δύο όροι δεν επιτρέπουν την ίδια ερμηνεία.



Σχήμα 1.2: Συνολικές απολήψεις νερού σε εκατομμύρια m^3/έτος (Πηγή: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/water-abstractions-for-irrigation-manufacturing-industry-energy-cooling-and-public-water-supply-million-m3-year-in-early-1990s-and-the-period-1997)

1.4.1 Γεωργική χρήση νερού

Στις νότιες ευρωπαϊκές χώρες η άρδευση είναι απαραίτητη για να εξασφαλίσει την αύξηση της παραγωγής κάθε έτος, ενώ στην κεντρική και δυτική Ευρώπη είναι απλώς ένας τρόπος προκειμένου να διατηρηθεί η παραγωγή τα ξηρά καλοκαίρια. Οι σημαντικότερες αρδευόμενες περιοχές της ΕΕ είναι οι μεσογειακές χώρες, συν τη Ρουμανία και τη Βουλγαρία από τις πρώην υπό ένταξη χώρες.

Κατά τη διάρκεια των προηγούμενων δεκαετιών η τάση σε γεωργική χρήση νερού γενικά ήταν ανοδική, λόγω της αυξανόμενης χρήσης του νερού για την άρδευση. Εντούτοις, κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών σε διάφορες χώρες ο ρυθμός αύξησης έχει επιβραδυνθεί. Η συνολική λήψη ποσοτήτων νερού που αφαιρείται και προορίζεται για την άρδευση στην Ευρώπη είναι περίπου 105.068 Hm^3/έτος.

Η μέση διανεμόμενη ποσότητα νερού για τη γεωργία μειώθηκε από περίπου 5.499 σε 5.170 m^3/ha/έτος μεταξύ 1990-2001. Οι μεταρρυθμίσεις της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) θα πρέπει να οδηγήσουν σε αλλαγές του είδους της καλλιέργειας, της αρδευόμενης έκτασης και της ποσότητας του χρησιμοποιούμενου νερού. Συνολικά δύο τάσεις μπορούν να διακριθούν. Η πρώτη έχε να κάνει με μείωση της ζήτησης του νερού στην περίπτωση που θα μειωθεί η παραγωγή και η δεύτερη αναφέρεται σε στροφή προς συγκομιδές περισσότερο κερδοφόρες, οι οποίες στα νότια κλίματα απαιτούν συχνά να πραγματοποιηθεί άρδευση.

Ίσως η μέγιστη δυνατότητα για αποταμίευση νερού στη βόρεια Ευρώπη οφείλεται στη μείωση των ποσοστών διαρροής στα συστήματα διανομής νερού, ιδιαίτερα για την οικιακή χρήση. Στη νότια Ευρώπη τη μεγαλύτερη πρόκληση αποτελεί η μείωση των απωλειών στα συστήματα άρδευσης, όπως και η κατεύθυνση προς τις καλλιέργειες που απαιτούν μικρότερες ποσότητες νερού άρδευσης και ταυτόχρονα είναι κερδοφόρες.

1.4.2 Αστική χρήση νερού

Η συνολική αστική χρήση νερού στην Ευρώπη εκτιμάται περίπου σε 53.294 hm^3/έτος, το οποίο ισοδυναμεί με το 18% της συνολικής λήψης νερού και με το 27% της κατανάλωσης. Κατά τη διάρκεια της περιόδου 1990 - 2001 η αστική κατά κεφαλή χρήση μειώθηκε από 111 σε 95 m^3/κάτοικο/έτος. Μια τέτοια τάση μπορεί να αποδοθεί σε πολλές αλλαγές όπως: αυξανόμενη αστικοποίηση, αλλαγές στον τρόπο ζωής, χρήση αποδοτικότερων τεχνολογιών και μέσων ταμίευσης νερού, χρήση των εναλλακτικών πόρων του νερού (αφαλάτωση, άμεση επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων, μέτρηση κατανάλωσης και χρήση των οικονομικών μέσων (τιμολόγηση νερού και χρεώσεις. Η σύνδεση των συστημάτων παροχής νερού και των υπηρεσιών προς τον πληθυσμό έχει επίσης αυξηθεί, ειδικά στις Μεσογειακές χώρες (EEA 2004).

Το νερό που απαιτείται προς πόση και άλλες οικιακές χρήσεις αποτελεί σημαντικό ποσοστό της συνολικής ζήτησης νερού. Το ποσοστό του νερού που προσφέρεται για αστική χρήση κυμαίνεται από περίπου 6.5% στη Γερμανία ως περισσότερο από 50% στο Ηνωμένο Βασίλειο (UNEP, 2004). Η κατανομή και η πυκνότητα του πληθυσμού είναι πολύ σημαντικοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων. Η αυξανόμενη αστικοποίηση αυξάνει τη ζήτηση νερού και μπορεί να οδηγήσει στην υπερεκμετάλλευση των τοπικών υδατικών πόρων. Το υψηλότερο βιοτικό επίπεδο και ο μεταβαλλόμενος τρόπος ζωής

αλλάζουν επίσης τη ζήτηση νερού. Αυτό απεικονίζεται κυρίως σε αυξανόμενη οικιακή χρήση νερού, και μάλιστα για λόγους προσωπικής υγιεινής.

Το μεγαλύτερο μέρος του ευρωπαϊκού πληθυσμού διαθέτει σύγχρονες εγκαταστάσεις οικιακών λυμάτων, ενώ τα λουτρά χρησιμοποιούνται πλέον καθημερινά. Το αποτέλεσμα είναι ότι το μεγαλύτερο μέρος της αστικής κατανάλωσης νερού χρησιμοποιείται για οικιακή χρήση. Η μεγαλύτερη ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται στα νοικοκυριά καταναλώνεται στην τουαλέτα (31%), στους νιπτήρες μπάνιου και κουζίνας (24%) στο μπάνιο και στο ντους (20%) και στα πλυντήρια ρούχων και πιάτων (21%). Το ποσοστό του νερού που χρησιμοποιείται για εξωτερική χρήση (π.χ. πότισμα κήπων) είναι ελάχιστο έναντι των άλλων χρήσεων (4%) (Makropoulos et al., 2008).

Στην αστική χρήση νερού περιλαμβάνεται και η τουριστική. Η ένταση της χρήσης των φυσικών πόρων από τον τουρισμό μπορεί να συγκρουστεί με άλλες ανάγκες, ειδικά στις περιοχές όπου το καλοκαίρι οι υδατικοί πόροι είναι λιγοστοί και αυξάνεται ο ανταγωνισμός με άλλους τομείς της οικονομίας, όπως η γεωργία και η δασονομία.

Η τουριστική χρήση νερού είναι γενικά υψηλότερη από αυτή του μόνιμου πληθυσμού. Ένας τουρίστας καταναλώνει περίπου 300 lt/μέρα, ενώ η οικιακή κατανάλωση στην Ευρώπη ποικίλει και μπορεί να είναι από 90 lt/κάτοικο/ημέρα στη Λιθουανία μέχρι 270 lt/κάτοικο/ημέρα στην Ισπανία (EEA, 2003). Επιπλέον, ψυχαγωγικές δραστηριότητες, όπως οι πισίνες, το γκολφ, και τα αθλήματα νερού, ασκούν μεγάλες πιέσεις στους υδατικούς πόρους.

1.4.3 Βιομηχανική χρήση νερού

Η συνολική βιομηχανική χρήση νερού στην Ευρώπη είναι 34.194 hm^3/έτος, ποσότητα η οποία αντιπροσωπεύει το 18% της κατανάλωσης νερού. Μεταξύ 1990 και 2001 η βιομηχανική χρήση είχε μειωθεί. Κατά τη διάρκεια της περιόδου αυτής οι διάφορες αλλαγές που εμφανίστηκαν και επηρέασαν τη βιομηχανική χρήση νερού συμπεριλαμβάνουν την πτώση της βιομηχανικής παραγωγής, τη χρήση αποδοτικότερων τεχνολογιών, με χαμηλότερες απαιτήσεις νερού, καθώς επίσης και τη χρήση οικονομικότερων εργαλείων (χρεώσεις για την κατανάλωση επεξεργασμένου νερού και για την αποχέτευση ακαθάρτων).

Οι μεγαλύτεροι βιομηχανικοί χρήστες νερού είναι η χημική βιομηχανία, οι βιομηχανίες χάλυβα και σιδήρου, η μεταλλουργία και η βιομηχανία πολτού και χαρτιού. Εντούτοις, από

το 1980 στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες η χρήση νερού από τη βιομηχανία έχει μειωθεί. Στη δυτική Ευρώπη αυτό οφείλεται πρώτιστα στον οικονομικό ανασχεδιασμό, με το κλείσιμο βιομηχανιών που έκαναν εντατική χρήση νερού, όπως είναι οι βιομηχανίες που παράγουν κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα και χάλυβα, αλλά και στη στροφή προς βιομηχανίες με μικρότερη κατανάλωση νερού. Οι τεχνολογικές βελτιώσεις στον εξοπλισμό ως προς την ένταση χρήσης του νερού και η αυξανόμενη τάση προς ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση έχουν επίσης συμβάλει σε μια τέτοια πτώση. Στην Ανατολική Ευρώπη η κατανάλωση φαίνεται να ελαττώνεται, λόγω της σοβαρής μείωσης της βιομηχανικής δραστηριότητας σε όλους τους τομείς.

Γενικά, οι μηχανισμοί τιμολόγησης χρησιμοποιούνται κυρίως για να ενθαρρύνουν τις αποδοτικότερες χρήσεις νερού στο βιομηχανικό τομέα, περισσότερο από ότι στον οικιακό και τον γεωργικό. Ο στόχος δηλαδή είναι η υιοθέτηση, από τις βιομηχανίες, τεχνολογιών αποταμίευσης νερού, εφόσον κάτι τέτοιο θα μείωνε τις δαπάνες τους. Επίσης η οικονομική επιβάρυνση για την παραλαβή των λυμάτων από το δίκτυο αποχέτευσης είναι ένα σημαντικό κίνητρο για τις βιομηχανίες, έτσι ώστε να βελτιώσουν τις τεχνολογικές διαδικασίες, προκειμένου να μειωθεί η ποσότητα νερού που απαιτείται, αλλά και η ποσότητα νερού που τελικά χρησιμοποιείται και απορρίπτεται ως λύμα. Οι προβλέψεις για τη βιομηχανική χρήση νερού στην Ευρώπη παρουσιάζουν γενικά πτωτικές τάσεις, λόγω της αυξανόμενης αποτελεσματικότητας των εφαρμοζόμενων διαδικασιών, της επαναχρησιμοποίησης νερού και της μείωσης των βιομηχανιών που χρησιμοποιούν εντατικά τους φυσικούς πόρους στην Ευρώπη.

1.4.4 Ενεργειακή χρήση νερού

Το νερό που χρησιμοποιείται για την ενεργειακή παραγωγή θεωρείται μη καταναλώσιμη χρήση και αποτελεί περίπου το 30% όλων των χρήσεων στην Ευρώπη. Οι δυτικές , κεντρικές και δυτικές πρώην υπό ένταξη χώρες είναι οι μεγαλύτεροι χρήστες νερού για παραγωγή ενέργειας και ιδιαίτερα το Βέλγιο, η Γερμανία και η Εσθονία, που χρησιμοποιούν περισσότερο από το μισό διαθέσιμο νερό για ενεργειακή παραγωγή.

Γενικά, το πιο σημαντικό μέρος του νερού που χρησιμοποιείται από τις βιομηχανίες προορίζεται για την ψύξη. Εντούτοις, το νερό αυτό επιστρέφει στον υδρολογικό κύκλο αμετάβλητο, μόνο που μπορεί να παρουσιάζει μια αύξηση στη θερμοκρασία του και κάποια πιθανή μόλυνση από τα βιοκτόνα.

1.5 Παράγοντες που ασκούν πίεση στα υδατικά αποθέματα

Είναι ευρέως γνωστό ότι τα αποθέματα νερού είναι πεπερασμένα, ενώ η κατανομή διαφοροποιείται ανά περιοχή. Μέσω του υδρολογικού κύκλου το νερό ανανεώνεται, ωστόσο ο ανθρώπινος παράγοντας ασκεί σοβαρές πιέσεις που επηρεάζουν τα υδατικά συστήματα. Πιο συγκεκριμένα οι φυσικές διεργασίες που πραγματοποιούνται μέσα στα συστήματα αυτά, επιδεινώνονται από τις κάθε τύπου ανθρώπινες δραστηριότητες (δημογραφικές, οικονομικές και κοινωνικές), διαταράσσοντας έτσι την φυσική λειτουργία τους. Σύμφωνα με το World Water Council (2000) υπάρχει μία σειρά από κινητήριες δυνάμεις, που αποτελούν τους κύριους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την κατάσταση των υδάτων. Οι εν λόγω παράγοντες ομαδοποιήθηκαν στις εξής έξι κατηγορίες: αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, οικονομική ανάπτυξη, δημογραφική αλλαγή, τεχνολογική αλλαγή, κοινωνικές τάσεις και ποιότητα του περιβάλλοντος. Υπάρχουν διάφορες συνδέσεις και μεταξύ των επιμέρους παραγόντων με αποτέλεσμα να αλληλοεπηρεάζονται είτε θετικά είτε αρνητικά.

1.5.1 Οικονομική ανάπτυξη

Από την πλευρά της οικονομικής ανάπτυξης, χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η επιδίωξη, από μέρους των κυβερνήσεων, της οικονομικής μεγέθυνσης με σκοπό τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου της χώρας τους. Η οικονομική μεγέθυνση επηρεάζεται από αποφάσεις, που δύνανται να αφορούν τομείς από το διεθνές εμπόριο έως την εκπαίδευση και τη δημόσια υγεία. Ο ρυθμός της μεγέθυνσης αυτής μπορεί να επηρεαστεί από δημογραφικές μεταβλητές, όπως η διαθεσιμότητα νέων τεχνολογιών, η κατανομή του πληθυσμού, η οποία ορίζει την τοπική διαθεσιμότητα εργατικού δυναμικού, και, τέλος, κοινωνικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται, μεταξύ άλλων, με την ικανότητα του εργατικού δυναμικού. Επιπλέον, η οικονομική δραστηριότητα απαιτεί επαρκείς ποσότητες φυσικών πόρων, μεταξύ των οποίων συμπεριλαμβάνεται και το νερό. Ωστόσο, η προκαλούμενη από την αλόγιστη οικονομική ανάπτυξη, κλιματική αλλαγή ασκεί αρνητική επίδραση στη διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων.

Το υψηλό βιοτικό επίπεδο που προκύπτει από την οικονομική ανάπτυξη συμβαδίζει και με αυξημένη κατανάλωση νερού, τόσο για την ικανοποίηση των αναγκών του νοικοκυριού, όσο και για την παραγωγή αγαθών. Επιπρόσθετα, η αστικοποίηση και η παγκοσμιοποίηση, με τις συνεπαγόμενες αλλαγές που επιφέρουν στον τρόπο ζωής, αυξάνουν τις ανάγκες για νερό. Το αποτέλεσμα είναι η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για τους πεπερασμένους υδατικούς

πόρους, για τους οποίους δεν υπάρχει κανένα υποκατάστατο. Όταν οι υδατικοί πόροι δεν επαρκούν για την ικανοποίηση της ζήτησης, τότε τα υδάτινα οικοσυστήματα τυγχάνουν υπερεκμετάλλευσης, καθώς κάθε τομέας προσπαθεί να ικανοποιήσει τις ανάγκες του εις βάρος των υπολοίπων. Ο χαμένος τελικά είναι η βιωσιμότητα των οικοσυστημάτων, καθώς και οι οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένων και των ανθρώπων, που εξαρτώνται από αυτά για την υγεία τους.

1.5.2 Κοινωνικές τάσεις

Η ανθρώπινη συμπεριφορά προς το περιβάλλον επηρεάζεται και από τις κοινωνικές αντιλήψεις. Πιο συγκεκριμένα, οι κοινωνικοί παράγοντες που έχουν αντίκτυπο στους υδατικούς πόρους είναι η φτώχεια, η εκπαίδευση, ο πολιτισμός σε συνδυασμό με το σύστημα αξιών και τέλος ο τρόπος ζωής βάσει συγκεκριμένων καταναλωτικών προτύπων. Αναλυτικότερα, η φτώχεια οδηγεί σε πράξεις εχθρικές προς το περιβάλλον, όπως είναι οι καλλιέργειες αποψιλωμένου και καμένου εδάφους, δεδομένου ότι οι άνθρωποι λειτουργούν με βάση το ένστικτο της επιβίωσης, ανεξαρτήτως περιβαλλοντικών συνεπειών. Δεύτερον, η εκπαίδευση είναι θεμελιώδους σημασίας για την οικονομική και κοινωνική ευημερία και μπορεί να συμβάλει στην ευαισθητοποίηση και την ορθή διαχείριση των φυσικών πόρων. Η πρόσβαση στο χώρο του σχολείου πολλές φορές συνεπάγεται και την πρόσβαση σε καθαρό νερό. Ωστόσο, σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες, ιδίως στην Αφρική, τα σχολεία δεν έχουν την οικονομική δυνατότητα και τις κατάλληλες υποδομές, ώστε να ανταποκριθούν στη ραγδαία αύξηση του πληθυσμού και τη συνεπαγόμενη αύξηση του αριθμού των παιδιών.

Το σύστημα αξιών που διαμορφώνεται σε κάθε κοινωνία αλλά και σε κάθε έναν ξεχωριστά είναι σημαντικό για την ανθρώπινη συμπεριφορά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η θρησκευτική πίστη. Σε αρκετές θρησκείες ο άνθρωπος περιγράφεται ως υπεύθυνος για την καταστροφή, αλλά ταυτόχρονα και για την φροντίδα του περιβάλλοντος. Ωστόσο οι θρησκευτικές παραδόσεις μπορούν, ορισμένες φορές, να επιταχύνουν την υποβάθμιση των φυσικών πόρων, όπως στην περίπτωση της μόλυνσης του ποταμού Γάγγη από την εναπόθεση μη καλά αποτεφρωμένων ανθρώπινων σωρών, όπως επιτάσσει η ινδουιστική θρησκεία. Η αλλαγή στις διατροφικές συνήθειες επηρεάζει σημαντικά τα υδατικά αποθέματα, δεδομένης της χρήσης νερού στις γεωργικές καλλιέργειες, αλλά και στην κτηνοτροφία. Συνεπώς, η ποσότητα νερού που θα σπαταληθεί για την παραγωγή τροφής εξαρτάται από τις διατροφικές συνήθειες μίας κοινωνίας. Με τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου σε πολλές

αναπτυσσόμενες χώρες, αυξάνεται παράλληλα και η ασκούμενη πίεση στους φυσικούς πόρους. Η οικονομική μεγέθυνση, η τεχνολογική καινοτομία, η εξέλιξη του πολιτισμού και των αξιών καθώς και η διακυβέρνηση καθορίζουν τον τρόπο ζωής και τα πρότυπα κατανάλωσης που επικρατούν σε μία χώρα.

1.5.3 Δημογραφική αλλαγή

Οι δημογραφικές διαδικασίες, όπως η αύξηση του πληθυσμού, η κατανομή των ηλικιών, η αστικοποίηση και η μετανάστευση ασκούν σημαντική πίεση στην ποσότητα και την ποιότητα των υδατικών πόρων. Η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού αποτελεί έναν από τους κυριότερους παράγοντες που επιδρούν αρνητικά στα αποθέματα νερού, όχι τόσο λόγω της κατανάλωσης των νοικοκυριών, όσο λόγω της αυξανόμενης ζήτησης για τροφή. Ουσιαστικά, ο ανθρώπινος πληθυσμός είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας στην εξίσωση της διαθεσιμότητας των υδατικών πόρων και της κατανάλωσής τους, καθώς όταν η κατανάλωση υπερβαίνει την προσφορά, ασκείται έντονη πίεση στα αποθέματα νερού. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα ο ρυθμός αύξησης της χρήσης νερού ήταν υπερδιπλάσιος σε σχέση με την πληθυσμιακή αύξηση.

Βάσει προβλέψεων, ο παγκόσμιος πληθυσμός θα σταθεροποιηθεί γύρω στο 2060, ενώ, μέχρι στιγμής, ο ρυθμός αύξησης της κατανάλωσης νερού είναι σχεδόν τριπλάσιος από το ποσοστό αύξησης του πληθυσμού του πλανήτη. Ωστόσο, η αύξηση του πληθυσμού λαμβάνει χώρα κυρίως σε αναπτυσσόμενες χώρες, οι οποίες χαρακτηρίζονται από έντονη λειψυδρία, όπως είναι οι χώρες της υποσαχάριας Αφρικής, ενώ σε άλλες περιοχές σημειώνεται γήρανση του πληθυσμού, ή ακόμα και αρνητική αύξησή του, όπως στις πρώην σοβιετικές δημοκρατίες. Η κατανομή των ηλικιών επηρεάζει τα καταναλωτικά πρότυπα και, συνεπώς τα υδατικά αποθέματα. Επιπλέον, ο ανθρώπινος πληθυσμός παρουσιάζει έντονες τάσεις αστικοποίησης. Πιο συγκεκριμένα, ο ρυθμός της αστικοποίησης θα συνεχίσει να αυξάνεται, με αποτέλεσμα, μέχρι το 2025, περίπου 4 δισεκατομμύρια άνθρωποι να κατοικούν σε αστικές περιοχές. Η συγκέντρωση σε αστικά κέντρα έχει το θετικό της παροχής νερού καλής ποιότητας στους κατοίκους, όμως δεν παύει να αποτελεί μοχλό πίεσης των υδατικών πόρων (Jain S., Singh V., 2003). Το πρόβλημα είναι ιδιαίτερα έντονο σε άνυδρες περιοχές όπου κύρια πηγή νερού είναι τα υπόγεια ύδατα, τα οποία δεν ανανεώνονται επαρκώς. Τέλος, η μετανάστευση κάθε μορφής ασκεί επίδραση στο νερό. Πιο συγκεκριμένα, η σχέση μεταξύ νερού και μετανάστευσης είναι αμφίδρομη. Η έλλειψη υδατικών πόρων μπορεί να οδηγήσει στη

μετανάστευση, ενώ η τελευταία συμβάλλει στην άσκηση πίεσης στα αποθέματα νερού. Ένα θετικό της μετανάστευσης είναι ότι ενδέχεται να ανακάμψουν περιβαλλοντικά οι περιοχές που εκκενώθηκαν.

1.5.4 Τεχνολογική αλλαγή

Η τεχνολογική καινοτομία κατευθύνεται από τις ανθρώπινες επιθυμίες και ανάγκες. Οι επιδράσεις της στο περιβάλλον γενικότερα, αλλά και στα αποθέματα νερού ειδικότερα, μπορούν να είναι θετικές και αρνητικές ταυτόχρονα, ενώ ενδέχεται να λάβουν σημαντικές διαστάσεις προς τη μία ή την άλλη κατεύθυνση σε μικρό χρονικό διάστημα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα βιοκαύσιμα, τα οποία συμβάλλουν στη μείωση των ρύπων του θερμοκηπίου, ασκώντας, παράλληλα, σημαντική πίεση στα υδάτινα αποθέματα. Ένα ακόμη παράδειγμα, προερχόμενο από τον τομέα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), είναι η παραγωγή ενέργειας από υδροηλεκτρικές μονάδες παραγωγής. Παρά το γεγονός ότι μελλοντικά οι ΑΠΕ θα εξακολουθήσουν να κατέχουν μικρό ποσοστό παραγωγής ενέργειας επί του συνόλου, ενδεχόμενη αύξηση της παραγωγής από υδροηλεκτρικές μονάδες θα είχε σοβαρές επιπτώσεις στους υδατικούς πόρους. Παρά τις αρνητικές συνέπειες που μπορεί να επιφέρουν, κρίνεται σκόπιμη η διάδοση των νέων τεχνολογιών, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες, ώστε να ωφεληθούν από τις καινοτομίες που προκύπτουν στα εργαστήρια του ανεπτυγμένου κόσμου.

1.5.5 Ποιότητα του περιβάλλοντος – Κλιματική αλλαγή

Ο τρόπος και η ένταση της ανθρώπινης δραστηριότητας έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην ποσότητα και την ποιότητα του νερού, ενώ, σε ορισμένες περιοχές, η εξάντληση και η ρύπανση των υδατικών πόρων με οικονομική σημασία έχει ξεπεράσει το έσχατο σημείο, με αποτέλεσμα η αντιμετώπιση ενός μέλλοντος χωρίς επαρκή αποθέματα νερού να είναι ήδη πραγματικότητα σε ορισμένες περιοχές του πλανήτη. Η κατάσταση είναι χειρότερη για τις χώρες του αναπτυσσόμενου κόσμου, όπου η αποτυχία ελέγχου των αρνητικών συνεπειών της υπερβολικής χρήσης των υδάτων στο περιβάλλον, σε συνδυασμό με τις θεσμικές αδυναμίες, αποτρέπουν την αποτελεσματική εφαρμογή των κανονιστικών προβλέψεων.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν επηρεάσει σημαντικά και το κλιματικό σύστημα του πλανήτη. Είναι ευρέως αποδεκτό ότι το κλίμα έχει αρχίσει και διαφοροποιείται. Οι κύριες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στους ανθρώπους και το περιβάλλον γίνονται αντιληπτές

και μέσω του νερού. Η κλιματική αλλαγή αποτελεί θεμελιώδη παράγοντα αλλαγών στα υδατικά αποθέματα. Αυτή η σχέση είναι αμφίδρομη καθώς μπορεί και ο τρόπος διαχείρισης του νερού να επηρεάσει το κλίμα.

Η κλιματική αλλαγή διαφέρει από τους υπόλοιπους παράγοντες, καθώς είναι ο μοναδικός που επηρεάζει τα υδάτινα αποθέματα από την πλευρά της προσφοράς και όχι από εκείνη της ζήτησης. Πιο συγκεκριμένα, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον τομέα των υδάτων καθορίζουν το πόσο νερό έχουμε και όχι το πόσο νερό χρειαζόμαστε. Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει άμεσα τον υδρολογικό κύκλο και, μέσω αυτού, την ποσότητα και την ποιότητα των υδατικών πόρων.

Κεφάλαιο 2

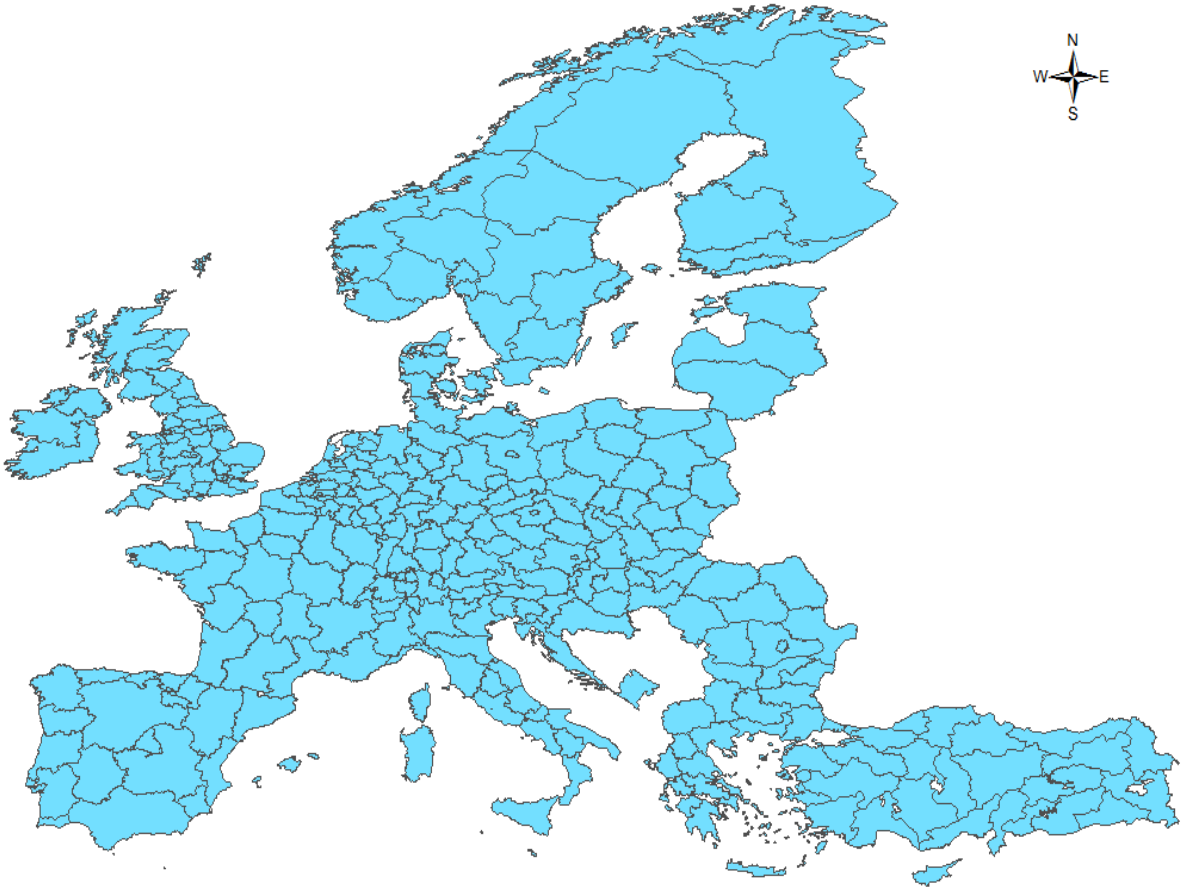
2. Δεδομένα

2.1 NUTS – Κοινή ονοματολογία των εδαφικών στατιστικών μονάδων

Το NUTS (Nomenclature of Units for Territorial Statistics) είναι μία γεωγραφική κωδικοποίηση, με υποδιαιρέσεις των χωρών περιφερειών κλπ., την οποία χρησιμοποιεί η Ευρωπαϊκή Ένωση για στατιστικούς λόγους. Ακριβώς επειδή έχει θεσπιστεί από την ΕΕ, σε επίπεδο λεπτομέρειας καλύπτει μόνο τα Κράτη Μέλη της. Η ονοματολογία των εδαφικών στατιστικών μονάδων είναι μείζονος σημασίας για τους μηχανισμούς υλοποίησης των διαρθρωτικών ταμείων της ΕΕ.

Για κάθε Κράτος Μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν συσταθεί από τη Eurostat 3 επίπεδα NUTS. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι υποδιαιρέσεις δεν αντιστοιχούν διοικητικά στις διαιρέσεις εντός των χωρών. Ένας κωδικός NUTS αρχίζει με έναν κωδικό δύο γραμμάτων που αναφέρεται στη χώρα, ES για την Ισπανία, IT για την Ιταλία κοκ. Εξαιρέσεις αποτελούν το Ηνωμένο Βασίλειο (UK αντί για GB) και η Ελλάδα (EL αντί για GR). Η περιοχή–υποδιαίρεση της κάθε χώρας αναφέρεται με έναν αριθμό. Ένα δεύτερο ή τρίτο επίπεδο υποδιαίρεσης, αναφέρεται με έναν ακόμη αριθμό. Κάθε αρίθμηση ξεκινάει με το 1, καθώς το 0 χρησιμοποιείται για το ανώτερο επίπεδο. Σε περίπτωση που η υποδιαίρεση έχει περισσότερες από εννέα οντότητες, χρησιμοποιούνται κεφαλαία γράμματα για να συνεχιστεί η αρίθμηση. Ένα παρόμοιο στατιστικό σύστημα ορίζεται για τις χώρες που είναι υποψήφιες για ένταξη στη Ζώνη Ελεύθερων Συναλλαγών της ΕΕ, αλλά τεχνικά δεν έχουν περιοχές-NUTS που να διέπονται από τους κανονισμούς.

Η τρέχουσα NUTS ταξινόμηση, που ισχύει από την 1η Ιανουαρίου 2012, απαριθμεί 97 περιοχές σε επίπεδο NUTS1, 270 περιοχές σε επίπεδο NUTS 2 και 1294 περιοχές σε επίπεδο NUTS 3.Μέχρι τον Ιούλιο του 2003 υπήρχαν δύο ακόμα επίπεδα, NUTS 4 και NUTS 5, που ορίζονταν ως τοπικές διοικητικές μονάδες αλλά καταργήθηκαν επίσημα από την ΕΕ. Θα πρέπει σε αυτό το σημείο να επισημανθεί ότι κάθε χώρα, ανάλογα με το μέγεθός της, είναι δυνατόν να μην έχει όλα τα επίπεδα διαίρεσης. Μία ακραία περίπτωση είναι το Λουξεμβούργο, όπου και τα τρία επίπεδα NUTS ταυτίζονται με το ίδιο το σύνολο της χώρας.



Σχήμα 2.1: Χάρτης Διαίρεσης των Κρατών Μελών της ΕΕ (και της Τουρκίας) σε επίπεδο NUTS 2

2.2 Πρόγραμμα CORINE

Το περιβάλλον μας και τη φυσική κληρονομιά πρέπει να τα διαχειριζόμαστε σωστά. Οι φορείς λήψης αποφάσεων πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με το σύνολο των γνώσεων και των πληροφοριών που είναι πλήρεις και όσο το δυνατόν επικαιροποιημένες, σε σχέση με τις αλλαγές σε ορισμένα χαρακτηριστικά της βιόσφαιρας. Για το σκοπό αυτό το πρόγραμμα CORINE (Coordination of information on the environment) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής έχει τρεις στόχους οι οποίοι είναι:

i) να συγκεντρώσει πληροφορίες για την κατάσταση του περιβάλλοντος σε σχέση με κάποια θέματα που αποτελούν προτεραιότητα για όλα τα Κράτη Μέλη της Κοινότητας,

ii) να συντονίσει τα στοιχεία και να οργανώσει τις πληροφορίες εντός των κρατών μελών ή σε διεθνές επίπεδο

iii) να εξασφαλίσει ότι οι πληροφορίες είναι συνεπείς και τα στοιχεία συμβατά.

Στις 27 Ιουνίου 1985 το Συμβούλιο, μετά από πρόταση της Επιτροπής, εξέδωσε απόφαση σχετικά με το πρόγραμμα CORINE. Αυτό το έργο της Επιτροπής αφορά «ένα πειραματικό

σχέδιο για τη συλλογή, το συντονισμό και τη συνοχή των πληροφοριών σχετικά με την κατάσταση του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων στην Κοινότητα» (Official Journal L. 176, 6/7/1985). Για να καθοριστεί η κοινοτική περιβαλλοντική πολιτική, να αξιολογηθούν σωστά οι επιπτώσεις της πολιτικής αυτής και να μεταφερθεί η περιβαλλοντική διάσταση σε άλλες πολιτικές, πρέπει να υπάρχει μία σωστή κατανόηση των διαφορετικών χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος: α) η κατάσταση των επιμέρους περιβαλλόντων , β) η γεωγραφική κατανομή και κατάσταση των φυσικών περιοχών, γ) η γεωγραφική κατανομή και η πληθώρα της άγριας πανίδας και χλωρίδας, δ) η ποιότητα και η διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων, ε) η κάλυψη γης και η κατάσταση του εδάφους, στ) οι ποσότητες των τοξικών ουσιών που εκχέονται στο περιβάλλον, ζ) λίστες των φυσικών κινδύνων κ.α.

Ένας ακόμα στόχος του προγράμματος CORINE είναι να συγκεντρώσει τις πολλές προσπάθειες που έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια σε διάφορα επίπεδα (διεθνή, κοινοτικά, εθνικά και περιφερειακά) ώστε να λάβει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον και τον τρόπο με τον οποίο αυτό αλλάζει. Έχουν πραγματοποιηθεί 2 κύριοι τύποι συμπληρωματικών δράσεων για την επίτευξη των στόχων του προγράμματος: α) πραγματοποίηση διαδικασιών για τη συλλογή, την τυποποίηση και την ανταλλαγή δεδομένων για το περιβάλλον μεταξύ των κρατών μελών της Κοινότητας, β) δημιουργία ενός συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών για την παροχή πληροφοριών για το περιβάλλον η οποία είναι απαραίτητη για την προετοιμασία και την εφαρμογή των κοινοτικών πολιτικών.

Καταγραφή κάλυψης γης

Το σχέδιο κάλυψης γης είναι μέρος του προγράμματος CORINE και έχει σκοπό να παρέχει σταθερές τοπικές γεωγραφικές πληροφορίες για την κάλυψη γης όσον αφορά τα Κράτη Μέλη της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Το σχέδιο είναι απαραίτητο για τους εξής λόγους:

- οι προκαταρκτικές εργασίες για το πληροφοριακό σύστημα του CORINEέδειξαν ότι οι πληροφορίες σχετικά με την κάλυψη γης, συνδυασμένες με αυτές για τα συστήματα αποχέτευσης, τις απολήψεις νερού κτλ., ήταν απαραίτητες για τη διαχείριση του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Ως εκ τούτου, οι πληροφορίες για την κάλυψη γης παρέχουν μία πηγή αναφοράς για τα προγράμματα CORINE που βασίζονται σε βάσεις δεδομένων.

- σε όλες τις χώρες της Κοινότητας, οι πληροφορίες οι οποίες είναι διαθέσιμες σε εθνικό επίπεδο είναι ετερογενείς, κατακερματισμένες και δύσκολο να ανακτηθούν.

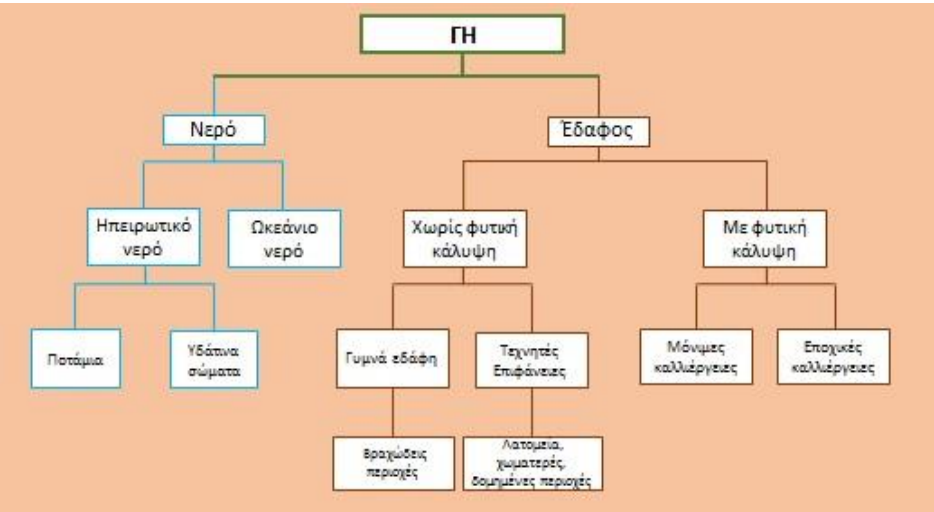
Σε κοινοτικό επίπεδο οι πληροφορίες σχετικά με την κάλυψη γης και την αλλαγή κάλυψης γης είναι άμεσα απαραίτητες για τον προσδιορισμό και την εφαρμογή περιβαλλοντικής πολιτικής και για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί με άλλα δεδομένα (για το κλίμα, τις εδαφικές κλίσεις, το έδαφος κ.α.) για την πραγματοποίηση πολύπλοκων εκτιμήσεων (π.χ. χαρτογράφηση κινδύνων διάβρωσης).

Τα οφέλη της χρησιμοποίησης ενός κοινού σχεδίου για την κάλυψη αναγκών τόσο σε κοινοτικό όσο και σε εθνικό επίπεδο (ή ακόμα και σε περιφερειακό επίπεδο) επηρεάζονται σημαντικά από τα γενικά χαρακτηριστικά του σχεδίου κάλυψης γης: κλίμακα, περιοχή της μικρότερης μονάδας χαρτογράφησης και κατηγορίες.

Σε κάθε χαρτογραφική απογραφή της κάλυψης γης υπάρχουν τέσσερα στοιχεία τα οποία είναι άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους:

1) η κλίμακα,
2) το εμβαδόν της επιφάνειας της μικρότερης μονάδας που πρόκειται να χαρτογραφηθεί.
3) η φύση των βασικών δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν, στην περίπτωση αυτή τα δεδομένα από την παρατήρηση της Γης μέσω δορυφόρου
4) η δομή των κατηγοριών και ο αριθμός των στοιχείων που περιέχουν.

<u>Ονοματολογία</u>



Σχήμα 2.2: Θεωρητική σχηματική καταγραφή κατηγοριοποίησης κάλυψης γης (CORINE Land Cover – Technical Guide, 1994)

Βασικός στόχος του προγράμματος CORINE Land Cover (CLC) είναι η ταξινόμηση των καλύψεων γης. Για το σκοπό αυτό έχει προστεθεί στο σχέδιο μία ιεραρχική ονοματολογία, τριών επιπέδων και 44 ξεχωριστών κατηγοριών, η οποία ταξινομεί τις χαρτογραφικές μονάδες των 25 εκταρίων (ha) και άνω. Κάθε κατηγορία συνοδεύεται από έναν ορισμό, ο οποίος περιγράφει τα χαρακτηριστικά της κάθε κατηγορίας καθώς και τις προϋποθέσεις για την ταξινόμηση των χαρτογραφικών μονάδων σε αυτές. Το Σχήμα 2.2 αποτελεί τον σκελετό που χρησιμοποιήθηκε ως βάση καθορισμού της ονοματολογίας.

Με βάση αυτό τον σκελετό αυτό η επιλεγμένη ονοματολογία πρέπει να πληροί ορισμένες προϋποθέσεις:

i) πρέπει να είναι δυνατό να χαρτογραφεί το σύνολο του εδάφους της Κοινότητας καθώς δεν μπορεί να υπάρξει μην ταξινομημένο έδαφος
ii) οι τίτλοι πρέπει να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των μελλοντικών χρηστών της γεωγραφικής βάσης δεδομένων, δηλαδή για τη βάση CORINE η κατάσταση του περιβάλλοντος
iii) ο τίτλος της ορολογίας πρέπει να είναι ακριβής και να αποφεύγονται οι ασαφείς όροι, στους οποίους καταφεύγουν συχνά οι «ερμηνευτές» όταν έρχονται αντιμέτωποι με αβέβαιες περιοχές.

Θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι η κατηγοριοποίηση εφαρμόζεται σε μεγάλες μονάδες, δηλαδή ανά 25 εκτάρια (ha) και άνω, και ότι ο συνολικός αριθμός των κλάσεων αποτελεί πάντα συμβιβασμό μεταξύ των αναγκών του χρήστη και των οικονομικών περιορισμών που επηρεάζουν το σχέδιο.

Συνεπώς η ονοματολογία CLC, σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, διαμορφώνεται σε τρία ιεραρχικά επίπεδα με 44 ξεχωριστές κατηγορίες. Συγκεκριμένα τα τρία ιεραρχικά επίπεδα διαμορφώνονται ως εξής:

- Το 1^{ο} επίπεδο περιλαμβάνει 5 κατηγορίες κάλυψης γης, οι οποίες αντιστοιχούν στις ανώτατες και κύριες κατηγορίες κάλυψης γης του πλανήτη. Αυτές οι κατηγορίες μπορεί να θεωρηθούν ως ένα βαθμό αφηρημένες, διότι βασίζονται σε μεγάλο ποσοστό σε γενικεύσεις και αφαιρετικότητες.
- Το 2^{ο}επίπεδο καλύπτει φυσικές και φυσιογνωμικές οντότητες σε μεγαλύτερο επίπεδο λεπτομέρειας. Χρησιμοποιείται για κλίμακες 1:500.000 και 1:1.000.000 και περιλαμβάνει 15 κατηγορίες κάλυψης γης.

- Το 3^{ο} επίπεδο απευθύνεται στην κλίμακα 1:100.000 του σχεδίου. Περιλαμβάνει 44 τύπους κάλυψης εδάφους.

1) Τεχνητές επιφάνειες

a) Αστική οικοδόμηση

i) Συνεχής αστική οικοδόμηση

ii) Ασυνεχής αστική οικοδόμηση

b) Βιομηχανικές, εμπορικές ζώνες και δίκτυα επικοινωνίας

i) Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες

ii) Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα

iii) Λιμενικές ζώνες

iv) Αεροδρόμια

c) Ορυχεία, χώροι απορριμμάτων και χώροι οικοδόμησης

i) Χώροι εξορύξεων ορυκτών

ii) Χώροι απορρίψεως απορριμμάτων

iii) Χώροι οικοδόμησης

d) Τεχνητές μη γεωργικές ζώνες πρασίνου

i) Περιοχές αστικού πρασίνου

ii) Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής

2) Γεωργικές περιοχές

a) Αρόσιμη γη

i) Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη

ii) Μόνιμα αρδευόμενη γη

iii) Ορυζώνες

b) Μόνιμες καλλιέργειες

i) Αμπελώνες

ii) Οπωρώνες

iii) Ελαιώνες

c) Λιβάδια

i) Λιβάδια

d) Ετερογενείς γεωργικές περιοχές

i) Ετήσιες καλλιέργειες που σχετίζονται με μόνιμες καλλιέργειες

ii) Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας

iii) Γη που καλύπτεται κυρίως από γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης

iv) Γεωργο-δασικές περιοχές

3) Δάση και ημι-φυσικές περιοχές

a) Δάση

i) Δάσος πλατύφυλλων

ii) Δάσος κωνοφόρων

iii) Μικτό δάσος

b) Συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης

i) Φυσικοί βοσκότοποι

ii) Θάμνοι και χερσότοποι

iii) Σκληροφυλλική βλάστηση

iv) Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις

c) Ανοιχτοί χώροι με λίγη ή καθόλου βλάστηση

i) Παραλίες, αμμόλοφοι, αμμουδιές

ii) Απογυμνωμένοι βράχοι

iii) Εκτάσεις με αραιή βλάστηση

iv) Αποτεφρωμένες εκτάσεις

v) Παγετώνες και αέναο χιόνι

4) Υγρότοποι

a) Υγρότοποι ενδοχώρας

i) Βάλτοι στην ενδοχώρα

ii) Τυρφώνες

b) Παραθαλάσσιοι υγρότοποι

i) Παραθαλάσσιοι βάλτοι

ii) Αλυκές

iii) Ζώνες που καλύπτονται από παλιρροιακά ύδατα

5) Υδάτινες επιφάνειες

a) Χερσαία ύδατα

i) Υδατορρεύματα

ii) Επιφάνειες στάσιμου ύδατος

b) Θαλάσσια ύδατα

i) Παράκτιες λιμνοθάλασσες

ii) Εκβολές ποταμών

iii) Θάλασσες και ωκεανοί

Γεωργικές Περιοχές

Στην παρούσα εργασία γίνεται ανάλυση των Γεωργικών Περιοχών του CORINE Land Cover.

Αρόσιμη Γη: Καλλιεργήσιμες περιοχές τακτικά αρόσιμες και γενικά υπό ένα σύστημα εναλλαγής καλλιέργειας.

CLC 211, Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη: Δημητριακά, όσπρια, καλλιέργειες ζωοτροφών, βολβόφυτα και χέρσο έδαφος. Περιλαμβάνονται ανθοκομικές καλλιέργειες και δενδροκαλλιέργειες (φυτώρια και οπωρώνες) καθώς και οπωροκηπευτικά, είτε κάτω από πλαστικό ή γυαλί. Περιλαμβάνονται επίσης καλλιέργειες αρωματικών, φαρμακευτικών και μαγειρικών φυτών. Εξαιρούνται τα μόνιμα λιβάδια.

CLC 212, Μόνιμα αρδευόμενη γη: Καλλιέργειες που ποτίζονται μόνιμα ή περιοδικά, χρησιμοποιώντας μόνιμη υποδομή (αρδευτικά κανάλια, αποστραγγιστικό δίκτυο). Οι περισσότερες από αυτές τις καλλιέργειες δεν θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν χωρίς τεχνητή παροχή νερού. Δεν περιλαμβάνονται τα σποραδικά αρδεύσιμα εδάφη.

CLC 213, Ορυζώνες: Γη διαμορφωμένη για καλλιέργεια ρυζιού. Επίπεδες επιφάνειες με αρδευτικά κανάλια. Επιφάνειες περιοδικά πλημμυρισμένες.

Μόνιμες καλλιέργειες: Καλλιέργειες χωρίς σύστημα εναλλαγής καλλιέργειας, που παρέχουν επαναλαμβανόμενη συγκομιδή και καταλαμβάνουν το έδαφος για μια μεγάλη περίοδο, προτού οργωθεί και ξαναφυτευτεί. Περιλαμβάνει κυρίως φυτείες ξυλωδών ειδών. Εξαιρούνται τα λιβάδια, οι βοσκότοποι και τα δάση.

CLC 221, Αμπελώνες: Περιοχές φυτεμένες με αμπέλια

CLC 222, Οπωρώνες: Αγροτεμάχια που φυτεύονται με οπωροφόρα δέντρα ή θάμνους: μονοκαλλιέργεια ή μικτή καλλιέργεια οπωροφόρων δέντρων, οπωροφόρα που συνδέονται με μόνιμα καλυπτόμενες από ποώδη βλάστηση επιφάνειες. Περιλαμβάνονται καστανεώνες και φυτείες με Καρυδιές.

CLC 223, Ελαιώνες: Περιοχές φυτεμένες με ελαιόδεντρα, περιλαμβανομένων αυτών με μίξη ελαιόδεντρων και αμπελιών στο ίδιο αγροτεμάχιο.

Λιβάδια

CLC 231, Λιβάδια: Πυκνή κάλυψη από ποώδη βλάστηση, στην οποία κυριαρχούν τα αγρωστώδη φυτά, όχι στο πλαίσιο ενός συστήματος εναλλαγής καλλιέργειας. Χρησιμοποιείται κυρίως για βοσκή, αλλά μπορεί να γίνεται και μηχανική συγκομιδή της ζωοτροφής. Περιλαμβάνονται επίσης οι περιοχές με φυτοφράκτες.

Ετερογενείς γεωργικές περιοχές

CLC 241, Ετήσιες καλλιέργειες που συνδέονται με μόνιμες καλλιέργειες: Μη μόνιμες καλλιέργειες, αρόσιμα εδάφη ή λιβάδια, που συνδέονται με μόνιμες καλλιέργειες στο ίδιο αγροτεμάχιο.

CLC 242, Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας: Μωσαϊκό από μικρά αγροτεμάχια με διάφορες ετήσιες καλλιέργειες, λιβάδια και/ή μόνιμες καλλιέργειες.

CLC 243, Γη που καλύπτεται κυρίως από γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης: Περιοχές που καλύπτονται κυρίως από τη γεωργία, με διάσπαρτες περιοχές με φυσική βλάστηση.

CLC 244, Γεωργο-δασικές περιοχές: Ετήσιες καλλιέργειες ή βοσκότοποι κάτω από την κομοστέγη δασικών ειδών.

2.3 Διαθεσιμότητα, απόληψη και διανομή υδάτων

Συνολικά, η Ευρώπη αφαιρεί ένα σχετικά μικρό ποσοστό των ανανεώσιμων πόρων του νερού που μπορεί να αντληθεί. Παρ' όλα αυτά, σε πολλές περιοχές παρουσιάζεται σημαντικό πρόβλημα λειψυδρίας εξαιτίας της ανισορροπίας που υπάρχει ανάμεσα στην άντληση κα τη διαθεσιμότητα. Αυτή η ανισορροπία οφείλεται κυρίως στην αναντιστοιχία μεταξύ των πληθυσμών των περιοχών στην Ευρώπη και της διαθεσιμότητας του νερού στις αντίστοιχες περιοχές, ενώ σε ορισμένες από αυτές επιδεινώνεται εξαιτίας των υπερβολικών τιμών άντλησης (EEA, 2009).

Για να γίνει κατανοητό το τρέχον πρότυπο και η σοβαρότητα λειψυδρίας σε ολόκληρη την Ευρώπη, απαιτείται σημαντική γνώση σχετικά με το μέγεθος και τη διακύμανση της διαθεσιμότητας και της απόληψης σε κατάλληλες χωρικές και χρονικές κλίμακες.

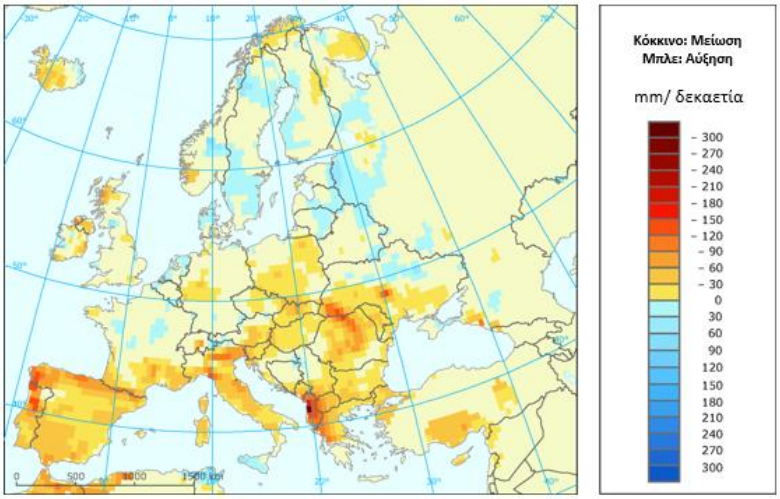
Επιπρόσθετα, για την πρόβλεψη της μελλοντικής διαθεσιμότητας των υδατικών πόρων απαιτείται η κατανόηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

2.3.1 Διαθεσιμότητα υδάτων

Βροχοπτώσεις

Οι συνδυασμένες επιδράσεις του γεωγραφικού πλάτους, της τοπογραφίας και της απόστασης από τη θάλασσα έχει ως αποτέλεσμα μια μεγάλη ανομοιομορφία στην κατανομή των βροχοπτώσεων σε όλη την Ευρώπη, η οποία κυμαίνεται από λιγότερο από 400 mm/έτος, σε περιοχές της Μεσογείου και τις πεδιάδες της κεντρικής Ευρώπης, έως και περισσότερο από 1000 mm/έτος, σε παραθαλάσσιες ακτές του Ατλαντικού από την Ισπανία έως τη Νορβηγία, στις Άλπεις και στις ανατολικές περιοχές αυτών. Το μεγαλύτερο μέρος των κατακρημνισμάτων χάνεται ως εξατμισοδιαπνοή , αλλά και η «ωφέλιμη βροχόπτωση» δεν ξεπερνάει τα 250 mm/έτος σε πολλά μέρη της Ευρώπης, και σε ορισμένες νότιες περιοχές είναι μικρότερη από 50 mm/έτος (JRC. 2006).

Σε γενικές γραμμές, το νερό της βροχής τον 20^{ο} αιώνα αυξήθηκε στην Ευρώπη κατά 6-8%. Ωστόσο, οι μεγάλες γεωγραφικές διαφορές είναι εμφανείς, κυρίως μέσω της μείωσης στις περιοχές της Μεσογείου και της Ανατολικής Ευρώπης (EEA, 2008). Επιπλέον, έχουν παρατηρηθεί και κάποιες εποχιακές αλλαγές, ιδίως σημαντική αύξηση της βροχόπτωσης τον χειμώνα στο μεγαλύτερο μέρος της δυτικής και της βόρειας Ευρώπης και σημαντική μείωση στην νότια και σε τμήματα της κεντρικής Ευρώπης.



Σχήμα 2.3: Χάρτης παρατηρημένων διαφοροποιήσεων στα ετήσια κατακρημνίσματα 1961-2006 (Πηγή: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/observed-changes-in-annual-precipitation-1961-2006)

Τα διάφορα κλιματικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται, προβλέπουν μια γενική μελλοντική αύξηση των βροχοπτώσεων στη βόρεια Ευρώπη και μείωση στη νότια Ευρώπη. Εποχικά, προβλέπεται μεγάλη αύξηση των βροχοπτώσεων το χειμώνα στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη, ενώ πολλά μέρη της αναμένεται να παρουσιάσουν ξηρά καλοκαίρια (EEA, 2008) αλλά και έντονες ξηρασίες τις επόμενες δεκαετίες. Δείκτη ξηρότητας αποτελούν οι συνεχόμενες μέρες κατά τις οποίες υπάρχουν βροχοπτώσεις μικρότερες του 1 mm. Στη νότια Ευρώπη ο αριθμός των ημερών αυτών αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα, ενώ στην κεντρική Ευρώπη η μεγαλύτερη ξηρή περίοδος προβλέπεται να μην ξεπερνάει τις 7 ημέρες. Αυτό υποδεικνύει ότι οι ήδη ξηρές περιοχές θα γίνουν στο μέλλον ξηρότερες.

Η ξηρασία είναι ένα φυσικό φαινόμενο που ορίζεται ως η διαρκής και εκτεταμένη εμφάνιση ποσότητας νερού που δεν ξεπερνάει τη μέση διαθεσιμότητα. Επηρεάζει όλες τις συνιστώσες του κύκλου του νερού, και προκαλεί φαινόμενα όπως η μείωση της υγρασίας του εδάφους, η μείωση των αποθεμάτων των υπόγειων υδροφορέων, η αποξήρανση των υγροτόπων και οι μειώσεις στις ροές των ποταμών. Η ξηρασία δεν θα πρέπει να συνδέεται με την ανομβρία, η οποία αποτελεί ένα μακροπρόθεσμο χαρακτηριστικό ενός ξηρού κλίματος. Επίσης είναι διαφορετικό από τη λειψυδρία, η οποία αποτελεί μία ανισορροπία μεταξύ της διαθεσιμότητας και της ζήτησης νερού.

Ποτάμια

Οι ποτάμιες ροές αποτελούν ένα μέτρο διαθεσιμότητας των υδατικών πόρων σε μία λεκάνη απορροής και σε μεγάλο βαθμό σχετίζονται με την ποσότητα η οποία αποθηκεύεται στις λίμνες, στα υπόγεια νερά και στους υγροτόπους. Οι μεταβολές στα νερά των ποταμών καθορίζονται κυρίως από τις βροχοπτώσεις, καθώς και από τα χαρακτηριστικά της κάθε λεκάνης απορροής, όπως η γεωλογία, τα εδάφη και η κάλυψη γης.

Ο μέσος όρος της ροής των ποταμών είναι περίπου 450 mm/έτος, αλλά ποικίλει σημαντικά. Κυμαίνεται από 50 mm/έτος σε περιοχές τις νότιας Ισπανίας έως και πάνω από 1500 mm/έτος σε τμήματα των ακτών του Ατλαντικού και στις Άλπεις. Εποχιακή μεταβολή παρατηρείται σε όλη την Ευρώπη. Για παράδειγμα στο νότο, οι ποτάμιες ροές μπορεί να είναι ελάχιστες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, στο οποίο έπονται περιστασιακές και έντονες βροχοπτώσεις, που οδηγούν σε δραματικές αλλά βραχύβιες αυξήσεις στα νερά των ποταμών. Αυτό το καθεστώς ροής, δυσκολεύει πολύ να διατηρηθεί μία αξιόπιστη παροχή νερού από

τα ποτάμια, χωρίς να είναι απαραίτητη η αποθήκευση, π.χ. σε δεξαμενές. Στη δυτική Ευρώπη υπάρχει πολύ μικρότερη μεταβολή στη ροή των ποταμών λόγω του κλίματος που επικρατεί στις παραθαλάσσιες ακτές; Που βρέχονται από τον Ατλαντικό ωκεανό. Στη ανατολική και στη βόρεια Ευρώπη, τα κατακρημνίσματα έχουν τη μορφή χιονιού, και τα νερά των ποταμών αυξάνονται την άνοιξη λόγω του χιονιού που λιώνει. Επίσης τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά παίζουν σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό της εποχικότητας της ροής των ποταμών. Για παράδειγμα τα ποτάμια τα οποία τροφοδοτούνται από υπόγεια ύδατα τείνουν να έχουν μεγαλύτερες ξηρές περιόδους σε σχέση με τα ποτάμια τα οποία τροφοδοτούνται από την επιφανειακή απορροή.

Υπάρχουν ενδείξεις που οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το κλίμα στην Ευρώπη προκάλεσε αλλαγές τόσο στην ετήσια ροή του ποταμού όσο και στην εποχικότητα αυτής κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα. Οι ροές των ποταμών έχουν ακολουθήσει μία ανοδική τάση, κυρίως στις βόρειες περιοχές της Ευρώπης κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών και μία φθίνουσα πορεία στις νότιες περιοχές της Ευρώπης. Ο προσδιορισμός του ρόλου του κλίματος στις αλλαγές αυτές δεν είναι εύκολος, δεδομένου ότι οι περισσότερες λεκάνες απορροής έχουν υποστεί μεγάλες και συνεχώς εξελισσόμενες ανθρώπινες παρεμβάσεις οι οποίες επιδρούν στο ισοζύγιο του νερού.

Η ετήσια ροή των ποταμών αναμένεται να μειωθεί κι άλλο στη νότια και νοτιοανατολική Ευρώπη (Alcamo et al., 2007). Μεγάλες αλλαγές προβλέπονται και στην εποχικότητα των ροών των ποταμών, με σημαντικές διαφορές ανά την Ευρώπη. Το χειμώνα και την άνοιξη αναμένεται να αυξηθούν στα περισσότερα μέρη της Ευρώπης, με εξαίρεση τις νότιες και τις νοτιοανατολικές περιοχές. Το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, οι ροές των ποταμών αναμένεται να μειωθούν, με εξαίρεση τις βόρειες και βορειοανατολικές περιοχές, όπου οι ροές το φθινόπωρο αναμένεται να αυξηθούν (Dankers and Feyen, 2008). Η προβλεπόμενη μείωση στις νότιες και νοτιοανατολικές περιοχές της Ευρώπης αφορά και της αύξηση της συχνότητας και της έντασης της ξηρασίας στις εν λόγω περιοχές.

Αποθήκευση

Η αποθήκευση ή διατήρηση του νερού σε μορφή χιονιού ή παγετώνων είναι μία από τις βασικές συνιστώσες του υδρολογικού κύκλου. Όποιες αλλαγές πραγματοποιηθούν είναι δυνατό να επηρεάσουν τη διαθεσιμότητα του νερού, τόσο εποχικά όσο και σε μακροπρόθεσμη βάση. Για παράδειγμα σε περιοχές που «επικρατεί» το χιόνι, όπως οι Άλπεις,

η Σκανδιναβία και η Βαλτική, η μείωση της ποσότητας του νερού που διατηρείται στη μορφή αυτή κατά τους χειμερινούς μήνες, το πρώιμο λιώσιμο του χιονιού καθώς και οι μειωμένες βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών αναμένεται να μειώσουν τις ποτάμιες ροές την περίοδο αυτή, όταν και οι υδατικές απαιτήσεις είναι ιδιαίτερα αυξημένες (Barnett et al., 2005). Οι Άλπεις, συχνά αναφέρονται ως το υδραγωγείο της Ευρώπης, παρέχουν στην Ευρώπη το 40% του γλυκού νερού, ωστόσο και σε αυτή την περιοχή παρατηρείται μία αύξηση της θερμοκρασίας κατά περίπου 1,48 ^{o}C στη διάρκεια των τελευταίων 20 ετών, το διπλάσιο σε σχέση με τον παγκόσμιο μέσο όρο. Οι παγετώνες λιώνουν, το υψόμετρο μόνιμης χιονοκάλυψης μειώνεται και στις οροσειρές αλλάζει ο τρόπος με τον οποίο συλλέγεται και αποθηκεύεται το νερό το χειμώνα και διανέμεται τους καλοκαιρινούς μήνες (EEA, 2009).

2.3.2 Απόληψη υδάτων

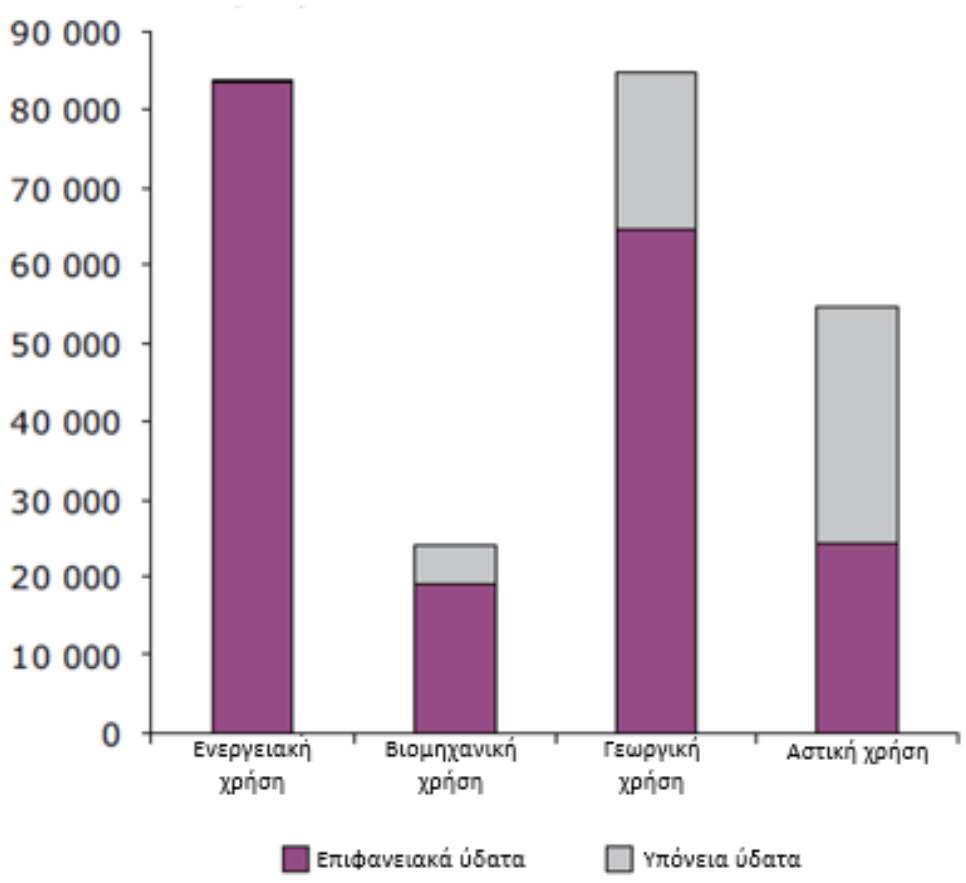
Η απόληψη αναφέρεται στον όγκο του νερού που αφαιρείται από φυσικούς ή τεχνητούς (π.χ. ταμιευτήρες) πόρους σε μία ορισμένη χρονική περίοδο, που συνήθως αφορά ένα ημερολογιακό έτος. Ωστόσο, στον όρο αυτό δεν περιλαμβάνεται η ποσότητα η οποία επιστρέφει στο περιβάλλον μετά τη χρήση ή το ποσοστό που καταναλώνεται είτε μέσω της ενσωμάτωσης σε κάποιο τελικό προϊόν ή μέσω εξάτμισης.

Η συνολική άντληση νερού σε όλη την Ευρώπη είναι περίπου 300 km^3/έτος και αντιστοιχεί, κατά μέσο όρο, σε 500 m^3 ανά κάτοικο και ανά έτος. Συνολικά, το 44% των συνολικών απολήψεων είναι για την παραγωγή ενέργειας, 24% για τη γεωργία, 21% για αστική χρήση και 11% για τη βιομηχανία, αν και οι διαφορές ανά ευρωπαϊκή περιφέρεια είναι εμφανείς. Στις χώρες της ανατολικής Ευρώπης, η μεγαλύτερη απόληψη είναι ο τομέας της παραγωγής ενέργειας (>50%), ακολουθούμενη από την αστική χρήση (περίπου 20%). Και στις δυτικές χώρες η άντληση αφορά κυρίως την παραγωγή ενέργειας, περίπου 52% του συνόλου, ενώ η αστική χρήση αφορά το 29% των συνολικών απολήψεων και η βιομηχανική το 18%. Στις νότιες χώρες το μεγαλύτερο ποσοστό των απολήψεων έχει να κάνει με τη γεωργική χρήση του νερού, και συγκεκριμένα την άρδευση, που αφορά περίπου το 60% των συνολικών αντλήσεων, ενώ σε κάποιες περιοχές ξεπερνά ακόμα και το 80%.

Οι πηγές των υδάτων μπορεί να περιλαμβάνουν φυσικά υδάτινα σώματα, δηλαδή επιφανειακά (ποτάμια και λίμνες) και υπόγεια ύδατα, παραγωγή από αφαλάτωση, συγκέντρωση βρόχινου νερού καθώς και επαναχρησιμοποίηση λυμάτων. Σε ολόκληρη την

Ευρώπη , τα επιφανειακά ύδατα αποτελούν την κύρια πηγή τροφοδότησης, κυρίως επειδή είναι δυνατόν να αντληθούν εύκολα, σε αρκετά μεγάλες ποσότητες και με σχετικά χαμηλό κόστος, σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους. Ως εκ τούτου, αντιπροσωπεύει ένα συνολικό ποσοστό, της τάξης του 80% επί του συνόλου των απολήψεων

Σχεδόν το σύνολο των αντλήσεων που πραγματοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας καθώς και το 75% αυτών για τη βιομηχανία και τη γεωργία προέρχεται από επιφανειακές πηγές. Για την αγροτική χρήση ωστόσο, ο ρόλος των υπόγειων υδάτων υποτιμάται αφού δεν υπολογίζονται οι παράνομες αντλήσεις μέσω γεωτρήσεων. Τα υπόγεια ύδατα αποτελούν την κύρια πηγή για την αστική χρήση νερού (περίπου το 55%) λόγω της κατά κανόνα καλύτερης ποιότητάς του, σε σχέση με τα επιφανειακά ύδατα. Επιπλέον σε περιοχές που είναι έντονο το φαινόμενο της εξάτμισης κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας, τα υπόγεια ύδατα αποτελούν πιο αξιόπιστη πηγή.



Σχήμα 2.4: Πηγές άντλησης υδάτων ανά τομέα χρήσης σε Hm^3/έτος (Πηγή: ΕΕΑ, με βάση τα στοιχεία του πίνακα της Eurostat: Ετήσια άντληση νερού ανά πηγή και ανά τομέα)

2.3.3 Διανομή υδάτων

Η άντληση νερού η οποία πραγματοποιείται για όλους τους τομείς, απαιτεί αξιόπιστη παροχή, που μπορεί να παρέχει επαρκή ποσότητα νερού, ακόμα και σε παρατεταμένες περιόδους χαμηλής βροχόπτωσης. Αποτέλεσμα αυτού είναι η αποθήκευση των επιφανειακών υδάτων σε ταμιευτήρες όπως και η μεταφορά τους μεταξύ των λεκανών απορροής. Επιπλέον, ο τεχνητός εμπλουτισμός των υπόγειων υδάτων από τα ποτάμια, ιδίως σε περιόδους υψηλής ροής, είναι ένα παραδοσιακό μέσο για τη βελτίωση της προσφοράς. Η αύξηση των ποσοτήτων του γλυκού νερού μέσω αφαλάτωσης, διαδραματίζει ολοένα και μεγαλύτερο ρόλο σε ολόκληρη την Ευρώπη.

Ταμιευτήρες

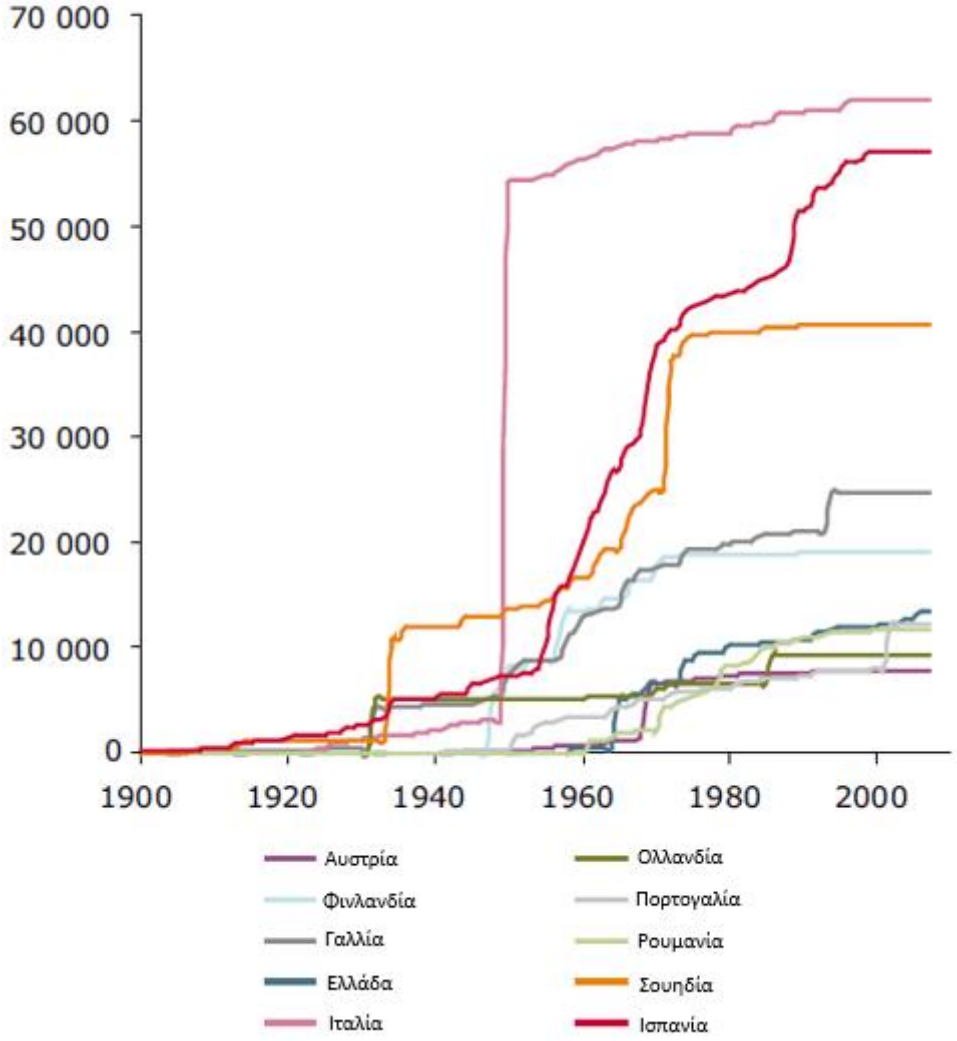
Οι ταμιευτήρες, οι οποίοι έχουν δημιουργηθεί είτε από φράγματα σε ποταμούς είτε μέσω τεχνητών λιμνών, αποτελούν ένα μέσο για την αποθήκευση και τη διασφάλιση της παροχής των επιφανειακών υδάτων. Οι τεχνητές λίμνες κατασκευάζονται στην Ευρώπη εδώ και εκατοντάδες χρόνια, με την παλαιότερη σε χρήση να χρονολογείται από τον 2^{ο} αιώνα. Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων αιώνων, υπήρξε μία σημαντική αύξηση στο ύψος των φραγμάτων καθώς και στην χωρητικότητά τους. Οι αλλαγές αυτές έγιναν διότι διευκολύνουν την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, για τον έλεγχο των πλημμυρών, καθώς και για την παροχή νερού, κυρίως για κατανάλωση, βιομηχανική παραγωγή και άρδευση καλλιεργειών.

Σύμφωνα με τα κριτήρια της Διεθνούς Επιτροπής μεγάλων Φραγμάτων (ICOLD) υπάρχουν περίπου 7000 μεγάλα φράγματα στην Ευρώπη (δηλαδή αυτά με ύψος μεγαλύτερο των 15m ή ταμιευτήρες με χωρητικότητα μεγαλύτερη από 3 Hm^3). Τα περισσότερα μεγάλα φράγματα είναι καταγεγραμμένα στην Ισπανία (περίπου 1200), στην Τουρκία (περίπου 610), στην Νορβηγία (περίπου 360), στην Ιταλία (περίπου 570), στη Γαλλία (περίπου 550), στο Ηνωμένο Βασίλειο (περίπου 500) και στη Σουηδία (περίπου 190). Πολλές ευρωπαϊκές χώρες έχουν αρκετά μικρότερα φράγματα-ταμιευτήρες.

Οι ταμιευτήρες της Ευρώπης έχουν συνολική χωρητικότητα περίπου 1400 km^3 ή διαφορετικά το 20% των συνολικά διαθέσιμων προς εκμετάλλευση υδατικών πόρων (EEA, 2007). Τρεις χώρες με σχετικά περιορισμένους υδατικούς πόρους, η Ρουμανία, η Ισπανία και η Τουρκία είναι σε θέση, με τη βοήθεια των ταμιευτήρων να αποθηκεύουν περισσότερο από το 40% των ανανεώσιμων πόρων τους. Υπάρχουν και κάποιες άλλες χώρες, όπως η Βουλγαρία, η

Κύπρος, η Τσεχία, η Σουηδία και η Ουκρανία, που έχουν μικρότερες αλλά αρκετά σημαντικές ικανότητες αποθήκευσης (20-40%).

Ο αριθμός και ο όγκος των ταμιευτήρων αυξήθηκε ραγδαία σε όλη την Ευρώπη κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα. Ο ρυθμός αυτός έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, κυρίως επειδή οι περισσότερες κατάλληλες θέσεις των ποταμών για φράγματα έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί αλλά και λόγω των αυξανόμενων ανησυχιών για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ταμιευτήρων.



Σχήμα 2.5: Αύξηση του συνολικού όγκου (Hm^3) ταμιευτήρων σε εθνικό επίπεδο για επιλεγμένες χώρες της ΕΕ κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα

Μεταφορές μεταξύ των λεκανών απορροής

Οι επιλογές για τη διασφάλιση και την αύξηση της παροχής νερού περιλαμβάνουν τη μεταφορά του νερού από μία λεκάνη απορροής ποταμού σε μία άλλη. Τέτοιες μεταφορές πραγματοποιούνται στην Ευρώπη από την εποχή της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας με το πρώτο ρωμαϊκό υδραγωγείο (Aqua Appia) να κατασκευάζεται το 312 π.Χ., για να μεταφερθεί νερό

στη Ρώμη από μία απόσταση 16,4 χιλιομέτρων μακριά. Ερείπια από τα ρωμαϊκής κατασκευής υδραγωγεία έχουν βρεθεί από την ανατολική πλευρά της Τουρκίας μέχρι την Ισπανία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Πιο σύγχρονες μεταφορές υδάτων μεταξύ των λεκανών λαμβάνουν χώρα κυρίως στην περιοχή της Μεσογείου και συχνά περιλαμβάνουν την κατασκευή τεχνητών καναλιών εκατοντάδων χιλιομέτρων.

Τεχνητός Εμπλουτισμός

Ο τεχνητός εμπλουτισμός είναι μια διαδικασία με την οποία το νερό, από μία αρχικά επιφανειακή πηγή αποθηκεύεται στο έδαφος. Η διαδικασία αυτή αυξάνει το απόθεμα των υπόγειων υδατικών πόρων καθώς και τη διήθηση στο έδαφος. Η ανάμιξή τους βελτιώνει την ποιότητα των επιφανειακών υδάτων. Το νερό που χρησιμοποιείται για την επαναφόρτιση μπορεί να είναι από πλεονάζοντα ύδατα καταιγίδων, νερά ποταμών, επεξεργασμένα λύματα ή μέσω τεχνολογιών που περιλαμβάνουν επιφανειακό φιλτράρισμα, πηγάδια, τεχνητές λίμνες και δεξαμενές διήθησης.

Η επιλογή της σωστής τεχνικής θα πρέπει να γίνει με βάση την τοπογραφία, το είδος του εδάφους, την ποιότητας και τη διαθεσιμότητα των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων. Οποιαδήποτε μέθοδος κι αν επιλεγεί, είναι απαραίτητο να εξασφαλιστεί ότι η προ-επεξεργασία του επιφανειακού νερού είναι επαρκής ώστε να αποφευχθεί η μόλυνση του εδάφους αλλά και ότι τα υπόγεια ύδατα είναι κατάλληλη για οποιαδήποτε χρήση ακολουθήσει.

Ο τεχνητός εμπλουτισμός έχει εφαρμοσθεί ευρέως στην Ευρώπη από το 19^{ο} αιώνα και την σημερινή εποχή χρησιμοποιείται για την παραγωγή πόσιμου νερού στο Βέλγιο, την Κύπρο, την Τσεχία, τη Δανία, τη Φινλανδία, την Ελλάδα, την Ολλανδία, την Πολωνία και την Ισπανία. Στην Φινλανδία συγκεκριμένα το 12% του νερού που παράγεται από τις δημόσιες παροχές νερού προέρχεται από τεχνητό εμπλουτισμό των υπόγειων υδάτων, ποσοστό το οποίο εκτιμάται ότι θα φτάσει το 25% έως το 2030 (EEA, 2009). Στην Κύπρο περίπου το 10% της ζήτησης του νερού ικανοποιείται μέσω τεχνητού εμπλουτισμού των υδροφορέων κατάντη των φραγμάτων από τα οποία απελευθερώνεται το νερό. Επιπλέον, τόσο τα ύδατα που προέρχονται από τα φράγματα όσο και αυτά από την επεξεργασία αποβλήτων και εμπλουτίζουν τους υπόγειους υδροφορείς χρησιμοποιούνται για άρδευση. Σε πολλές παραθαλάσσιες περιοχές της Ευρώπης πραγματοποιείται τεχνητός εμπλουτισμός των παράκτιων υδροφορέων για να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο της υφαλμύρινσης.

2.4 Η άρδευση στην Ευρώπη

Η παροχή νερού σε ένα σύστημα άρδευσης μπορεί να εξαρτάται από την πίεση, ή πιο συνηθισμένα, από τη βαρύτητα (χωρίς την άσκηση πίεσης). Τα συστήματα πίεσης, τα οποία θεωρούνται και πιο αποτελεσματικά, περιλαμβάνουν ψεκαστήρες και στάγδην άρδευση, ενώ τα συστήματα βαρύτητας περιλαμβάνουν την πλημμυρική άρδευση ολόκληρων αγρών και άρδευση με αυλάκια ή αβαθή κανάλια για την μεταφορά νερού στις καλλιέργειες. Παρά το γεγονός ότι τα συστήματα βαρύτητας κατέχουν ακόμα μεγάλο ποσοστό χρήσης στη νότια Ευρώπη, έχει ήδη αρχίσει η αντικατάστασή τους.

Το αρδευτικό νερό μπορεί να προέρχεται είτε από επιφανειακά είτε από υπόγεια ύδατα. Η παράνομη άντληση νερού (κυρίως από υπόγεια ύδατα) για γεωργικούς σκοπούς είναι ένα πολύ συνηθισμένο φαινόμενο. Η παράνομη χρήση νερού μπορεί να περιλαμβάνει γεωτρήσεις χωρίς άδεια ή αυτές που αντλούν πολύ περισσότερο νερό από αυτό που επιτρέπεται ενώ για τα επιφανειακά ύδατα αναφέρεται στην παράνομη μεταφορά με συσκευές αντλήσεις.

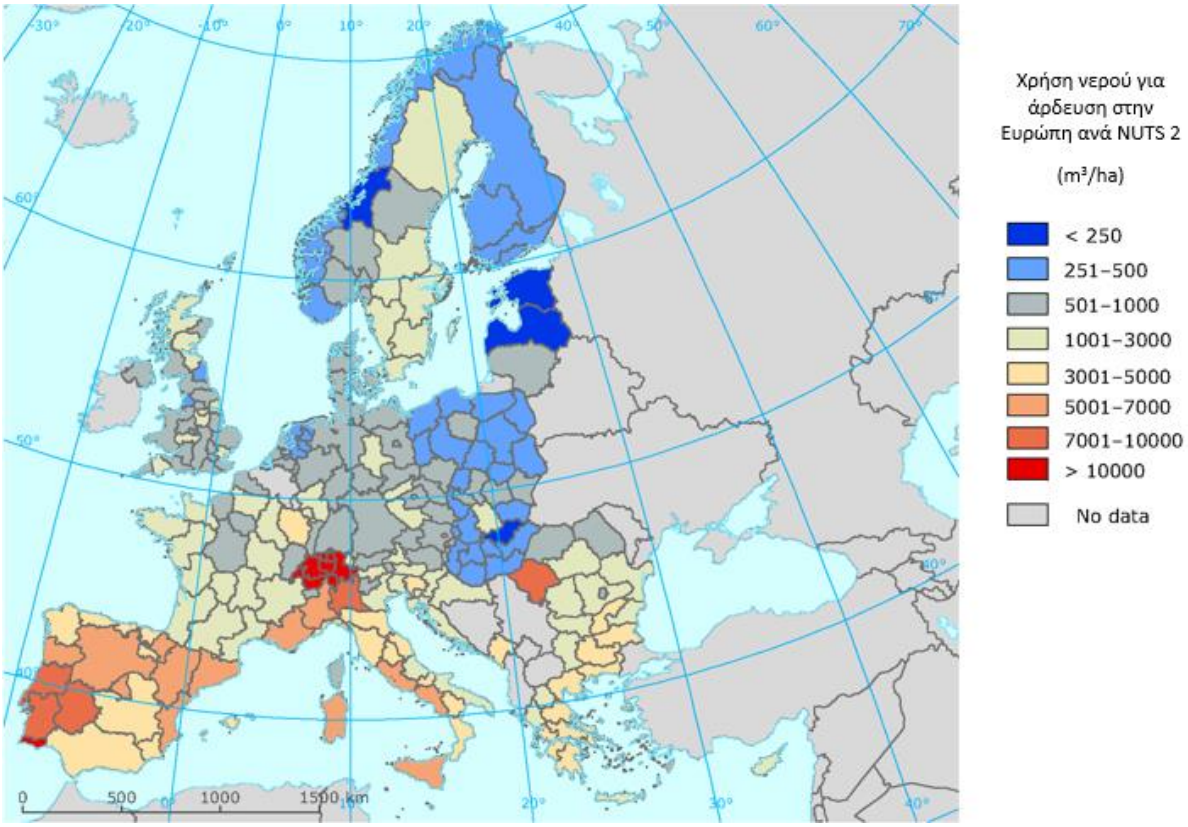
Η άρδευση μπορεί να είναι ή μόνιμη, υπονοώντας ότι ασκείται όλο το χρόνο, ή υποστηρικτική, δηλαδή πραγματοποιείται σε μικρά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου ή / και κατά τη διάρκεια της μέγιστη ανάπτυξης της καλλιέργειας, ή προσωρινή, δηλαδή ασκείται περιστασιακά και μόνο όταν υπάρχει έλλειψη νερού (IEEP, 2000). Γενικά, η προσωρινή και η υποστηρικτική άρδευση εφαρμόζονται κυρίως στις βόρειες χώρες της Ευρώπης, ενώ η μόνιμη στις νότιες.

Οι διάφορες καλλιέργειες υπόκεινται σε άρδευση ποικίλης έντασης και χωρίζονται σε 4 κύριες κατηγορίες:

a) Εκτατικές καλλιέργειες ,χαρακτηριστικό των άνυδρων περιοχών, που γενικότερη είναι μόνιμες και χαμηλότερης αξίας
b) Ημι-εντατικές καλλιέργειες, αρδευόμενες σε εποχική βάση ή κατά το μεγαλύτερο μέρος της αρδευτικής περιόδου
c) Εντατικές καλλιέργειες που είναι υψηλής αξίας, στις οποίες η άρδευση είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της απόδοσης και της ποιότητας
d) Κορεσμένες καλλιέργειες που απαιτούν την πλημμύρα των αγρών

2.4.1 Αρδευόμενες εκτάσεις

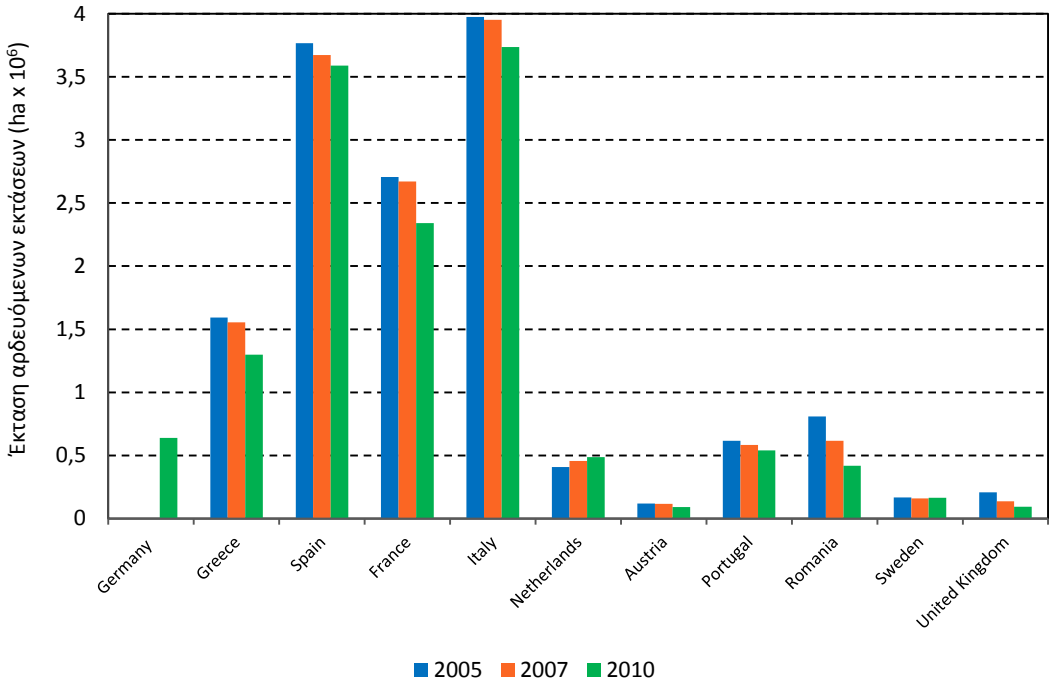
Χρησιμοποιώντας μια ποικιλία πηγών, συμπεριλαμβανομένων των χαρτών χρήσης γης, απομακρυσμένες εικόνες τηλεσκόπησης και αναφερόμενα στατιστικά στοιχεία, (Siebert et al., 2007) δημιούργησαν ένα παγκόσμιο σύνολο δεδομένων για τις περιοχές που βρίσκονται υπό άρδευση. Ο χάρτης που προκύπτει για την Ευρώπη απεικονίζει τη χωρική έκταση και ένταση της άρδευσης στις γεωργικές περιοχές της, δείχνοντας ότι σε μεγάλο βαθμό, αν όχι αποκλειστικά, συγκεντρώνεται στη νότια Ευρώπη. Η ένταση είναι υψηλότερη στη νότια Ρουμανία, τη βόρεια Ιταλία (πεδιάδα του Πάδου), την Ισπανία και σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδας και της Τουρκίας. Σε τοπικό επίπεδο υπάρχουν βορειότερα κάποιες περιοχές με υψηλό ποσοστό άρδευσης, όπως για παράδειγμα η East Anglia του Ηνωμένου Βασιλείου. Θα πρέπει ωστόσο να τονισθεί ότι οι πληροφορίες σχετικά με τις ζώνες άρδευσης, δεν παρέχουν καμία πληροφορία για την συχνότητα χρήσης ή την ποσότητα του νερού. Σε τμήματα της βόρειας Ευρώπης υπάρχουν μεγάλες εκτάσεις εξοπλισμένες με τον εξοπλισμό άρδευσης, η οποία εφαρμόζεται λίγες μόνο φορές κατά τη διάρκεια ξηρών καλοκαιριών.



Σχήμα 2.6: Χάρτης χρήσης νερού για άρδευση στην Ευρώπη ανά επίπεδο NUTS 2 σε m^3/ha

Στο Σχήμα 2.6 απεικονίζεται η αρδευόμενη γη σε όλη την Ευρώπη, σε επίπεδο NUTS 2 σύμφωνα με τη Eurostat, η οποία ποσοτικοποιεί την έκταση που είναι κατάλληλα

εξοπλισμένη για άρδευση. Οι πληροφορίες αυτές επιβεβαιώνουν ότι οι χώρες που βρίσκονται στο νότιο τμήμα της Ευρώπης έχουν τις μεγαλύτερες, σε έκταση, αρδευόμενες περιοχές (μετρημένες το 2010). Οι πιο χαρακτηριστικές είναι η Ιταλία με 3,73 εκατομμύρια εκτάρια (ε.ε.), η Ισπανία με 3,59 ε.ε., η Γαλλία με 2,34 ε.ε., η Ελλάδα με 1,30 ε.ε. και η Πορτογαλία με 0,54 ε.ε. Η Ιταλία, η Ισπανία, η Ελλάδα και η Γαλλία είναι χώρες που από το 1990 και μετά παρουσιάζουν ανοδικές τάσεις στον τομέα της άρδευσης, η οποία ήταν ραγδαία για τις 2 πρώτες μέχρι το 2003. Συνολικά έγινε μία προσπάθεια για σταθεροποίηση της κατάστασης, και συνεπώς της εκμετάλλευσης του νερού στις βόρειες χώρες της Μεσογείου. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε χώρες όπως η Τουρκία, η γεωργία διαδραματίζει έναν πάρα πολύ σημαντικό ρόλο στην εθνική οικονομία σε σχέση με άλλες χώρες, και η αυξημένη γεωργική χρήση νερού αντισταθμίζεται, ως ένα βαθμό, από τη χαμηλή βιομηχανική χρήση.



Σχήμα 2.7: Διάγραμμα αρδευόμενων εκτάσεων σε επιλεγμένες χώρες της ΕΕ

2.5 Καλλιέργειες και Άρδευση

Η γεωργία αποτελεί ένα σημαντικό χρήστη νερού στην Ευρώπη , αντιπροσωπεύοντας περίπου το 33% της συνολικής κατανάλωσης νερού. Το ποσοστό αυτό ποικίλει σημαντικά και όπως προαναφέρθηκε μπορεί να φτάσει ακόμα και το 80% σε ορισμένες περιοχές της νότιας Ευρώπης, όπου η άρδευση καλλιεργειών αποτελεί σχεδόν το σύνολο της γεωργικής χρήσης νερού. Στις περιοχές αυτές, η άρδευση καλλιεργειών πραγματοποιείται εδώ και αρκετούς αιώνες και αποτελεί τη βάση της οικονομικής και κοινωνικής τους δραστηριότητας.

Πράγματι, η σημασία της άρδευσης στις περιοχές αυτές είναι τόσο μεγάλη που ενδεχόμενη απουσία της θα προκαλούσε μεγάλη οικονομική δυσπραγία ή ακόμα και εγκατάλειψη γης, σε ακραίες περιπτώσεις.

Στις βόρειες χώρες της ΕΕ, η συμβολή της γεωργίας στη συνολική χρήση νερού ποικίλλει από σχεδόν μηδενική έως και πάνω από 30% (IEEP, 2000). Ενώ το νερό που προορίζεται για άρδευση είναι σημαντικό, ένα μεγάλο ποσοστό της χρήσης του στις νότιες χώρες καταναλώνεται στην κτηνοτροφία (πόσιμο) και στον καθαρισμό των χώρων που στεγάζονται τα ζώα. Για παράδειγμα, σε ολόκληρο το Ηνωμένο Βασίλειο, η άρδευση και η κτηνοτροφία συμβάλλουν κατά 50% η κάθε μία, στην κατανάλωση της εκτιμώμενης ποσότητας νερού, περίπου 300 hm^3, που αντλείται κάθε χρόνο για τη γεωργία (Defra, 2006).

Σε άνυδρες και ημι-άνυδρες περιοχές της ΕΕ, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται η νότια Γαλλία, η Ελλάδα, η Ιταλία, η Πορτογαλία, η Κύπρος και η Ισπανία, η άρδευση βοηθάει στη βελτίωση της γεωργικής παραγωγής καθώς η έλλειψη νερού θα αποτελούσε ανασταλτικό παράγοντα. Σε πιο υγρές και εύκρατες περιοχές, η άρδευση παρέχει έναν τρόπο ρύθμισης της εποχιακής διαθεσιμότητας του νερού, έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι υδατικές ανάγκες των καλλιεργειών, μειώνοντας τους κινδύνους σε περιόδους χαμηλής βροχόπτωσης ή ξηρασίας.

Ενισχύοντας την απόδοση και την ποιότητα των καλλιεργειών, η άρδευση μπορεί και έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη μιας σειράς από αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένης και της λειψυδρίας. Επιπρόσθετα, σημαντικές εισροές λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων εφαρμόζονται συνήθως στις αρδευόμενες εκτάσεις για την ενίσχυση της παραγωγής. Αυτές οι χημικές εισροές είναι σίγουρα περισσότερες σε σχέση με αυτές που σχετίζονται με τις παραδοσιακά αρδευόμενες καλλιέργειες. Συνεπώς είναι συνήθεις οι δυσμενείς επιπτώσεις στην ποιότητα του νερού. Επίσης, ενώ ένα μέρος του νερού που χρησιμοποιείται για άρδευση επιστρέφει στο έδαφος μέσω διήθησης, μέσω των φυτών και μέσω εξατμισοδιαπνοής, περίπου το 70% του νερού που αντλείται δεν επιστρέφει σε κάποιο υδάτινο σώμα (Molle and Berkoff, 2007).

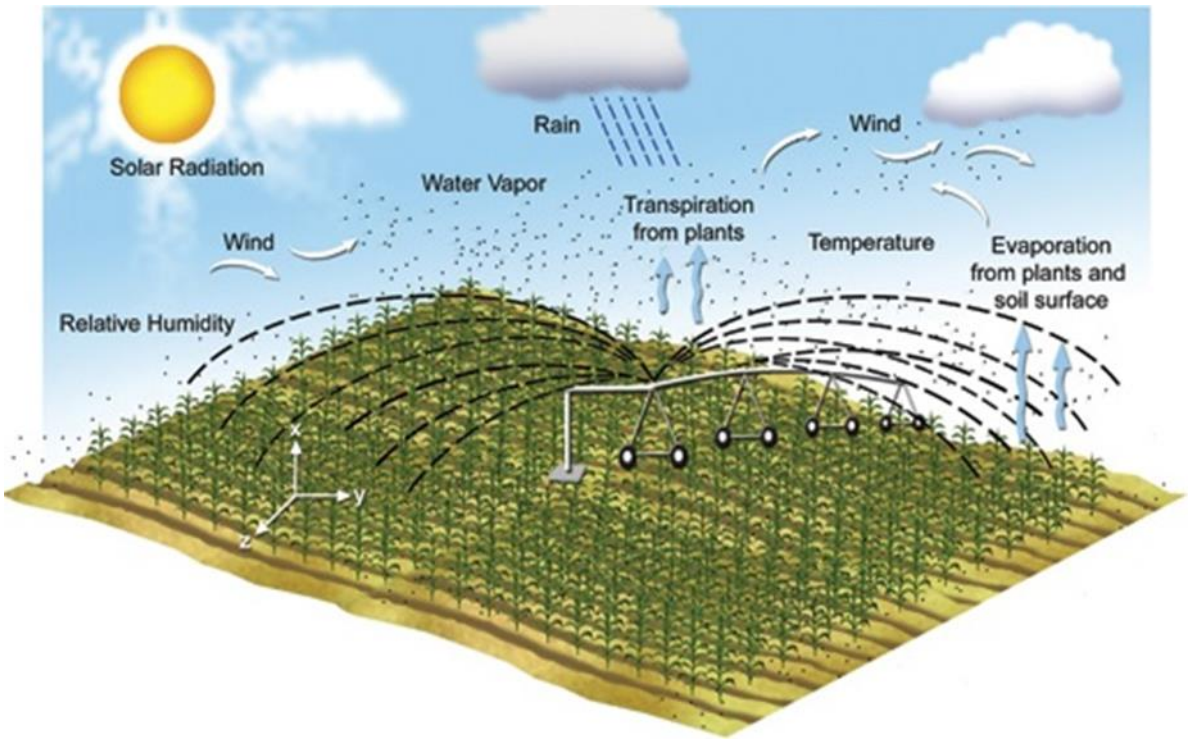
Όλες οι καλλιέργειες για να αναπτυχθούν χρειάζονται κατάλληλο έδαφος, νερό, αέρα και φως (ηλιοφάνεια). Το έδαφος προσφέρει σταθερότητα στα φυτά. Σε αυτό αποθηκεύονται τα νερό και τα θρεπτικά συστατικά, τα οποία τα φυτά λαμβάνουν μέσω των ριζών τους. Το φως του ήλιου παρέχει την ενέργεια που είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των φυτών και ο

αέρας του επιτρέπει να «αναπνέουν». Είναι δεδομένο, ότι χωρίς νερό οι καλλιέργειες δεν αναπτύσσονται σωστά. Πολύ νερό όμως δεν είναι καλό για αρκετές καλλιέργειες. Εκτός από τις καλλιέργειες ρυζιού υπάρχουν πολύ λίγες καλλιέργειες οι οποίες έχουν τόσο υψηλές υδατικές απαιτήσεις. Η πιο γνωστή φυσική πηγή νερού είναι το νερό της βροχής

Αν το νερό της βροχής είναι πάρα πολύ, οι εδαφικοί πόροι θα είναι γεμάτοι με νερό και δεν θα έχουν καθόλου αέρα. Οποιαδήποτε περίσσεια υπάρχει σε νερό, είναι δυνατόν να αφαιρεθεί. Η απομάκρυνση της περίσσειας αυτής, είτε από την επιφάνεια του εδάφους είτε από το ριζικό σύστημα, ονομάζεται αποστράγγιση. Εάν υπάρχει πολύ λίγο νερό βροχής, το νερό θα πρέπει να παρέχεται από άλλες πηγές καθώς η άρδευση είναι απαραίτητη. Η ποσότητα του νερού άρδευσης εξαρτάται και από την ποσότητα του νερού που είναι διαθέσιμη από τη βροχή αλλά και από τις υδατικές απαιτήσεις της κάθε καλλιέργειας. Δηλαδή η αναγκαία ποσότητα νερού που θα αντληθεί προκύπτει από τη διαφορά των συνολικών υδατικών αναγκών των καλλιεργειών με τη διαθέσιμη ποσότητα νερού που προκύπτει από τις βροχοπτώσεις. Σε πολλές χώρες έχει υπολογιστεί ποιες είναι οι υδατικές ανάγκες των πιο γνωστών καλλιεργειών και συνεπώς και των αναγκών για άρδευση.

2.5.1 Υδατικές Ανάγκες Καλλιεργειών

Οι καλλιέργειες χρειάζονται το νερό για να πραγματοποιήσουν τις λειτουργείες της διαπνοής και της εξάτμισης. Οι ρίζες των φυτών λαμβάνουν τα νερό από το έδαφος για να ζήσουν και να αναπτυχθούν. Το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας αυτής του νερού δεν παραμένει εντός του οργανισμού, αλλά απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα με τη μέθοδο της διαπνοής από τα φύλλα και τα στέλεχος του φυτού και λαμβάνει χώρα κυρίως κατά τη διάρκεια της ημέρας. Επίσης το νερό διαφεύγει στην ατμόσφαιρα, από μία ελεύθερη επιφάνεια νερού με τη μέθοδο τα εξάτμισης. Το ίδιο μπορεί να συμβαίνει με το νερό που βρίσκεται στην επιφάνεια του εδάφους, καθώς και στα φύλλα ή στο στέλεχος του φυτού.



Εικόνα 2.3: Εξάτμιση και διαπνοή καλλιέργειας

Οι υδατικές ανάγκες μια καλλιέργειας εκφράζονται συνήθως σε: mm/μέρα, mm/μήνα ή mm/εποχή. Αν υποτεθεί ότι οι ανάγκες σε νερό μιας συγκεκριμένης καλλιέργειας είναι 10mm/μέρα, σημαίνει ότι κάθε μέρα η συγκεκριμένη καλλιέργεια χρειάζεται ένα στρώμα νερού 10mm πάνω από ολόκληρη την περιοχή στην οποία αναπτύσσεται η καλλιέργεια. Αυτό δεν σημαίνει ότι πρέπει η ποσότητα αυτή πρέπει να παρέχεται στην καλλιέργεια καθημερινά μέσω βροχόπτωσης ή άρδευσης. Είναι δυνατόν να παρέχονται 50mm κάθε 5 μέρες μέσω άρδευσης ή μέσω βροχόπτωσης και η ποσότητα αυτή να αποθηκεύεται στο ριζικό σύστημα και να χρησιμοποιείται σταδιακά (10mm/μέρα για 5 μέρες).

Οι υδατικές ανάγκες των καλλιεργειών εξαρτώνται κυρίως από τρεις παράγοντες:

a) το κλίμα: για παράδειγμα σε ένα ηλιόλουστο και ζεστό κλίμα οι καλλιέργειες χρειάζονται περισσότερο νερό την ημέρα σε σχέση με ένα νεφελώδες και δροσερό κλίμα.
b) το είδος των καλλιεργειών: καλλιέργειες όπως το ρύζι ή το ζαχαροκάλαμο χρειάζονται περισσότερο νερό από ό,τι καλλιέργειες όπως τα φασόλια και το κριθάρι.
c) το στάδιο ανάπτυξης: ανεπτυγμένες καλλιέργειες χρειάζονται περισσότερο νερό σε σχέση με άλλες που μόλις έχουν φυτευτεί.

2.5.2 Κλίμα και Υδατικές Ανάγκες Καλλιεργειών

Μια συγκεκριμένη καλλιέργεια που αναπτύχθηκε σε ένα ηλιόλουστο και ζεστό κλίμα χρειάζεται περισσότερο νερό ανά ημέρα σε σχέση με την ίδια καλλιέργεια η οποία όμως έχει αναπτυχθεί σε ένα θολό και δροσερό κλίμα. Εκτός όμως από τα διάρκεια ηλιοφάνειας και τη θερμοκρασία υπάρχουν και άλλοι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τις ανάγκες των καλλιεργειών για νερό. Οι παράγοντες αυτοί είναι η υγρασία και η ταχύτητα του ανέμου. Όταν ένα κλίμα είναι ξηρό οι υδατικές ανάγκες των καλλιεργειών είναι υψηλότερες από ότι όταν είναι υγρό. Σε κλίματα με ισχυρούς ανέμους οι καλλιέργειες χρειάζονται περισσότερο νερό σε σχέση με τις απαιτήσεις σε πιο ήπια κλίματα.

Γενικά, οι υψηλότερες ανάγκες των καλλιεργειών παρουσιάζονται σε περιοχές ζεστές, ξηρές και σε αυτές με έντονους ανέμους και ήλιο. Οι χαμηλότερες απαιτήσεις παρατηρούνται όταν το κλίμα είναι δροσερό, υγρό με αρκετά σύννεφα και πολύ λίγο ή καθόλου αέρα. Από αυτά καθίσταται σαφές ότι καλλιέργειες που αναπτύσσονται υπό διαφορετικές κλιματικές συνθήκες παρουσιάζουν και διαφορετικές υδατικές ανάγκες. Επομένως είναι χρήσιμο να υπάρχει συγκεκριμένη καλλιέργεια ή αλλιώς καλλιέργεια αναφοράς για τον υπολογισμό των υδατικών αναγκών. Ως πρότυπο έχει οριστεί το γρασίδι. Στο Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται οι υδατικές ανάγκες του γρασιδιού, σε διαφορετικά κλίματα.

Πίνακας 2.1: Υδατικές απαιτήσεις γρασιδιού ανάλογα με την κλιματική ζώνη σε mm/ημέρα

	Μέση ημερήσια θερμοκρασία		
Κλιματικές ζώνες	Χαμηλή (θ < 15 ^{o}C)	Μέση (15°C <θ< 25 ^{o}C)	Υψηλή (θ > 25 ^{o}C)
Έρημος / Άγονες περιοχές	4 – 6	7 – 8	9 – 10
Ημιάνυδρες περιοχές	4 – 5	6 – 7	8 – 9
Σαβάνες	3 – 4	5 – 6	7 – 8
Υγρές περιοχές	1 – 2	3 – 4	5 – 6

2.5.3 Επίδραση του τύπου καλλιέργειας στις υδατικές ανάγκες της

Η επίδραση του τύπου καλλιέργειας επηρεάζει τα υδατικές ανάγκες με δύο τρόπους:

Α) Το είδος της καλλιέργειας έχει επίδραση στις καθημερινές ανάγκες σε νερό σε μία πλήρως ανεπτυγμένη καλλιέργεια. Για παράδειγμα μία πλήρως ανεπτυγμένη καλλιέργεια αραβόσιτου έχει μεγαλύτερες υδατικές ανάγκες από μία πλήρως ανεπτυγμένη καλλιέργεια κρεμμυδιού.

B) Το είδος της καλλιέργειας παίζει σημαντικό ρόλο στη διάρκεια που χρειάζεται το φυτό για να αναπτυχθεί πλήρως. Υπάρχουν καλλιέργειας μικρής διάρκειας, π.χ. η συνολική καλλιεργητική διάρκεια των μπιζελιών είναι 90 – 100 μέρες, και καλλιέργειες μεγαλύτερης διάρκειας, π.χ. τα πεπόνια με συνολική καλλιεργητική διάρκεια 120 - 160 μέρες. Τη συνέχεια υπάρχουν και πολυετείς καλλιέργειες που βρίσκονται για αρκετά χρόνια στον αγρό, όπως τα οπωροφόρα δένδρα.

Έτσι, ενώ οι ημερήσιες υδατικές ανάγκες για την καλλιέργεια του μπιζελιού είναι μεγαλύτερη από αυτές για την καλλιέργεια του πεπονιού, οι εποχιακές ανάγκες σε νερό των πεπονιών θα είναι περισσότερες από αυτές των μπιζελιών, επειδή η συνολική διάρκεια της περιόδου πλήρους ανάπτυξης είναι μεγαλύτερη.

2.5.3.1 Επιρροή του τύπου καλλιέργειας στις ημερήσιες υδατικές ανάγκες

Έχει αναφερθεί ότι δυνατό να εκτιμηθούν οι καθημερινές υδατικές ανάγκες της πρότυπης καλλιέργειας του γρασιδιού. Είναι δυνατόν να υπάρξει εκτίμηση για τις υδατικές ανάγκες και άλλων καλλιεργειών, χρησιμοποιώντας ως βάση την πρότυπη καλλιέργεια. Κάποιες καλλιέργειες έχουν μικρότερες υδατικές ανάγκες από το γρασίδι, κάποιες άλλες τις ίδιες και κάποιες περισσότερες. Στον Πίνακα 2.2 γίνεται μια παρουσίαση των υδατικών αναγκών κάποιων καλλιεργειών σε σχέση με αυτές του πρότυπου γρασιδιού.

Πίνακας 2.2: Ποσοστιαία διαφορά υδατικών απαιτήσεων διαφόρων καλλιεργειών σε σχέση με την πρότυπη καλλιέργεια γρασιδιού

-20%	-10%	Ίδιες απαιτήσεις	+10%	+20%
Εσπεριδοειδή, ελιά, σταφύλι	Αγγούρι, ραπανάκι, κολοκύθι	Καρότο, μαρούλι, πεπόνι, κρεμμύδι, φιστίκι, πιπεριά, κακάο, καφές	Κριθάρι, φασόλι, καλαμπόκι, βαμβάκι, τομάτα, μελιτζάνα, βρώμη	Ρύζι, ζαχαρότευτλα, μπανάνα

Είναι κατανοητό ότι μία πλήρως ανεπτυγμένη καλλιέργεια αραβόσιτου, η οποία διαθέτει μεγάλη φυλλική επιφάνεια, χρειάζονται περισσότερο νερό ανά ημέρα σε σχέση με μία πλήρως ανεπτυγμένη καλλιέργεια ραπανακίου, όταν οι δύο αυτές καλλιέργειες βρίσκονται στην ίδια περιοχή.

Κατά τον προσδιορισμό της επίδρασης του τύπου καλλιέργειας στις ημερήσιες υδατικές ανάγκες γίνεται αναφορά στις πλήρως ανεπτυγμένες καλλιέργειες, δηλαδή το μέγιστο ύψος των φυτών, την πλήρη κάλυψη του εδάφους και την πιθανή εμφάνιση ανθών ή δημητριακών

στα σιτηρά. Όταν οι καλλιέργειες είναι σε αυτό το στάδιο παρουσιάζουν και τις μέγιστες απαιτήσεις σε νερό, που είναι και η λεγόμενη «περίοδος αιχμής».

2.5.3.2 Επιρροή του τύπου καλλιέργειας στις εποχιακές υδατικές ανάγκες

Το είδος της καλλιέργειας και η πλήρης ανάπτυξη της δεν επηρεάζει μόνο τις ημερήσιες υδατικές ανάγκες. Μεγάλη σημασία έχει και η συνολική διάρκεια που κάνει η καλλιέργεια από την φύτευση μέχρι την πλήρη ανάπτυξη, επηρεάζοντας έτσι τις εποχιακές υδατικές ανάγκες. Στοιχεία σχετικά με τη συνολική διάρκεια ανάπτυξης μιας καλλιέργειας μπορούν να υπολογιστούν μόνο σε τοπικό επίπεδο, καθώς εξαρτάται και από κλιματικούς παράγοντες αλλά και από τη διαθεσιμότητα των υδάτων.

Η διάρκεια της συνολικής καλλιεργητικής περιόδου έχει τεράστια επίδραση στις εποχιακές ανάγκες των καλλιεργειών. Υπάρχουν για παράδειγμα, πολλές ποικιλίες ρυζιού, μερικές με σύντομο κύκλο ανάπτυξης (90 ημερών) και άλλες με μακρύ κύκλο ανάπτυξης (150 ημερών). Αυτό έχει μια ισχυρή επιρροή στις εποχιακές υδατικές ανάγκες, καθώς όπως είναι φυσιολογικό η καλλιέργεια που έχει μεγαλύτερο κύκλο ανάπτυξης έχει και πολύ περισσότερες υδατικές ανάγκες. Ακόμα κι αν οι ημερήσιες ανάγκες σε νερό είναι ίδιες για τις δύο ποικιλίες, οι συνολικές για ένα πλήρη κύκλο θα είναι διαφορετικές.

Η χρονική περίοδος του έτους κατά την οποία αναπτύσσεται η καλλιέργεια παίζει επίσης πάρα πολύ σημαντικό ρόλο. Μια συγκεκριμένη καλλιέργεια της οποίας ο κύκλος ανάπτυξης ανήκει σε ψυχρότερους μήνες, θα χρειαστεί σημαντικά μικρότερη ποσότητα νερού σε σχέση με μία καλλιέργεια που αναπτύσσεται τους θερμότερους μήνες. Στον Πίνακα 2.3 υπάρχουν μερικές ενδεικτικές τιμές για τη συνολική διάρκεια ανάπτυξης διαφόρων καλλιεργειών.

Πίνακας 2.3: Κύκλος πλήρους ανάπτυξης καλλιεργειών σε ημέρες

Καλλιέργεια	**Κύκλος πλήρους ανάπτυξης (μέρες)**	**Καλλιέργεια**	**Κύκλος πλήρους ανάπτυξης (μέρες)**
Αγγούρι	105-130	Ξερό κρεμμύδι	150-210
Βαμβάκι	180-195	Πατάτα	105-145
Ζαχαρότευτλα	160-230	Πεπόνι	120-160
Ηλίανθος	125-130	Πιπεριά	120-210
Καπνός	130-160	Ρύζι	90-150
Καρότο	100-150	Σιτάρι	120-150
Λάχανο	120-140	Σπανάκι	60-100
Μαρούλι	75-140	Τομάτα	135-180
Μπανάνα	300-365	Φακή	150-170
Μπιζέλι	90-100	Φρέσκο κρεμμύδι	70-95

2.5.4 Επίδραση του σταδίου ανάπτυξης της καλλιέργειας στις υδατικές ανάγκες της

Οι υδατικές ανάγκες μίας πλήρους ανεπτυγμένης καλλιέργειας είναι πολύ περισσότερες σε σχέση με αυτές της ίδιας καλλιέργειας που βρίσκεται στο στάδιο της φύτευσης. Οι ανάγκες σε νερό ταυτίζονται με την εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας, δηλαδή την εξάτμιση από την επιφάνεια του εδάφους κα τις επιφάνειες των φυτών καθώς και τη διαπνοή από τα φύλλα. Όταν τα φυτά βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης η εξάτμιση είναι πιο σημαντική από τη διαπνοή σε αντίθεση με την πλήρη ανάπτυξη των φυτών, που λόγω αύξησης της φυλλικής επιφάνειας η διαπνοή παίζει πιο σημαντικό ρόλο. Σε γενικές γραμμές, υπολογίζεται ότι κατά μέσο όρο, οι υδατικές ανάγκες μιας καλλιέργειας στο αρχικό στάδιο ανάπτυξης είναι περίπου το 50% των υδατικών αναγκών στο τελικό στάδιο ανάπτυξης.

Όσον αφορά το τελικό στάδιο ανάπτυξης, είναι η περίοδος κατά την οποία η καλλιέργεια ωριμάζει και γίνεται η συγκομιδή, και μπορεί να γίνει διάκριση σε δύο κατηγορίες:

i) Καλλιέργειες που συγκομίζονται φρέσκες: χαρακτηριστικά παραδείγματα μαρούλι, λάχανο και άλλα λαχανικά. Σε αυτές οι υδατικές ανάγκες των καλλιεργειών παραμένουν ίδιες ανάμεσα στο μεσαίο και στο τελικό στάδιο ανάπτυξης. Επειδή συγκομίζονται φρέσκες, απαιτούν νερό μέχρι την τελευταία στιγμή.
ii) Καλλιέργειες που συγκομίζονται ξηρές: χαρακτηριστικά παραδείγματα το βαμβάκι, το καλαμπόκι (που προορίζεται για την παραγωγή δημητριακών), το ηλιέλαιο κ.α. Κατά το τελικό στάδιο ανάπτυξης, αυτές οι καλλιέργειες επιτρέπεται να στεγνώσουν μερικές φορές, ακόμα και να μαραίνονται. Έτσι οι ανάγκες σε αυτό το στάδιο είναι ελάχιστες. Αν επιτραπεί στο φυτό να μαραθεί, δεν πραγματοποιείται άρδευση στο τελικό στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται προσεγγιστικά οι υδατικές ανάγκες διαφόρων καλλιεργειών στο σύνολο ενός πλήρους κύκλου ανάπτυξης. Τα δεδομένα που συλλέγονται είναι σε τοπικό επίπεδο, συνεπώς δεν είναι απαραίτητο για αρκετές από αυτές να γίνει υπολογισμός.

Πίνακας 2.4: Υδατικές ανάγκες καλλιεργειών σε mm/κύκλο πλήρους ανάπτυξης

Καλλιέργεια	**Υδατικές ανάγκες**	**Καλλιέργεια**	**Υδατικές ανάγκες**
Άλφαλφα	800-1600	Μπανάνα	1200-2200
Βαμβάκι	700-1300	Πατάτα	500-700
Βρώμη	450-650	Πεπόνι	400-600

Καλλιέργεια	Υδατικές ανάγκες	Καλλιέργεια	Υδατικές ανάγκες
Εσπεριδοειδή	900-1200	Πιπεριά	600-900
Ζαχαροκάλαμο	1500-2500	Ρύζι	450-700
Ηλίανθος	600-1000	Σακχαρότευτλο	550-750
Καλαμπόκι	500-800	Τομάτα	400-800
Κρεμμύδι	350-550	Φασόλι	300-500
Λάχανο	350-500	Φιστίκι	500-700

Κεφάλαιο 3

3. Δείκτης και Μεθοδολογία

3.1 Δείκτης WREI 004

Η γεωργία αποτελεί έναν από τους σημαντικούς χρήστες νερού στην Ευρώπη, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 33% της συνολικής χρήσης νερού. Σε ορισμένες περιοχές της νότιας Ευρώπης, όπου οι ανάγκες άρδευσης είναι υψηλές, η χρήση νερού φτάνει έως και το 80% της συνολικής (EEA, 2012). Σε άνυδρες και ημι-άνυδρες περιοχές της Ευρώπης (συμπεριλαμβανομένου και ενός μεγάλου τμήματος της νότιας Ευρώπης) η άρδευση επιτρέπει την παραγωγή καλλιεργειών όπου η έλλειψη νερού θα αποτελούσε ανασταλτικό παράγοντα, ενώ σε πιο υγρές και εύκρατες περιοχές, η άρδευση παρέχει έναν τρόπο για η ρύθμιση της εποχιακής διαθεσιμότητας του νερού για να ικανοποιεί τις γεωργικές ανάγκες, μειώνοντας έτσι τους κινδύνους για μείωση της γεωργικής παραγωγής κατά τη διάρκεια περιόδων χαμηλών βροχοπτώσεων ή ξηρασίας με σκοπό τη σταθεροποίηση των εισοδημάτων των αγροτών (EEA, 2012).

Η ένταση χρησιμοποιείται συχνά ως μέτρηση της απόδοσης και είναι, σε γενικές γραμμές, ο λόγος που αναφέρεται στους πόρους που διατίθενται για μία δραστηριότητα ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος. Ο όρος ένταση χρήσης νερού ορίζεται ως η ποσότητα του νερού που διατίθεται σε μια οικονομική δραστηριότητα ανά μονάδα προϊόντος της δραστηριότητας που εκφράζεται σε χρηματική αξία. Γενικά η ένταση χρήση νερού μπορεί να εκφράζεται σε m^3/€. Σε αντίθεση με την παραγωγικότητα του νερού (που δίνει έμφαση στο επίπεδο της οικονομικής παραγωγής που δημιουργείται), η ένταση χρήσης εστιάζει την προσοχή της στην ποσότητα των υδατικών πόρων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή της οικονομικής αξίας. Συνδυαζόμενη με ενδεικτικές τιμές για τις υδατικές ανάγκες των καλλιεργειών, η ένταση χρήσης νερού είναι δυνατόν να παρέχει μία ικανοποιητική επισκόπηση για τα επίπεδα απόδοσης της γεωργικής παραγωγής και μία επιπλέον βοήθεια για το υπολογισμό του κόστους χρήσης των φυσικών πόρων.

Ο δείκτης WREI004 είναι ένας δείκτης που δείχνει την Ένταση Χρήσης Νερού (Water Use Intensity). Η επιλεγμένη οικονομική παράμετρος για το δείκτη έντασης χρήσης νερού (Water Use Intensity Indicator, WUI) είναι η αξία της παραγωγής μιας συγκεκριμένης καλλιέργειας στην τιμή του παραγωγού. Το σκεπτικό είναι να αυξηθεί η ακρίβεια του δείκτη, δουλεύοντας

με ένα μέτρο οικονομικής αξίας που ένας παραγωγός κερδίζει αποκλειστικά για την παραγωγή μιας συγκεκριμένης καλλιέργειας, αφήνοντας εκτός υπολογισμού εισοδήματα που προέρχονται από άλλες πηγές. Αυτό επιτρέπει και μία πιο κατάλληλη σύγκριση μεταξύ των Κρατών Μελών για τυχόν φόρους που εκπίπτουν (π.χ. Φόρος Προστιθέμενης Αξίας) και επιδοτήσεις για το προϊόν που εξαιρούνται. Λόγω διαφόρων εξωτερικών παραγόντων που μπορεί να επηρεάσουν τον δείκτη, η εναλλακτική επιλογή άλλων μακροοικονομικών μεταβλητών (π.χ. του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος) θα έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική μείωση της συνάφειας του δείκτη σε σχέση με το σκοπό του. Επιπλέον, η αξία της παραγωγής σε τιμές παραγωγού εκφράζεται σε Μονάδες Αγοραστικής Δύναμης (PPS) προκειμένου η ανάλυση των αποτελεσμάτων να γίνει υπό κοινό νόμισμα. Στην συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία, γίνεται μια προσπάθεια να εξαχθούν αποτελέσματα με το νόμισμα του Euro (€), ακολουθώντας μια γραμμή που τείνει να διαφοροποιηθεί σε ολόκληρη την Ευρώπη. Ο δείκτης εφαρμόζεται σε έξι υπολεκάνες οι οποίες αντιστοιχούν σε 21 NUTS 2 περιοχές.

3.2 Μεθοδολογία

Ο δείκτης που χρησιμοποιείται στην συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία είναι αυτός που περιγράφει την ένταση χρήσης νερού σε αρδευόμενες καλλιέργειες (WREI 004) και προσδιορίζεται ως:

$$\frac{\text{Νερό άρδευσης καλλιεργειών}}{\text{Οικονομικός παράγοντας}} \quad m^3/€$$

3.2.1 Νερό άρδευσης καλλιεργειών

Ο αριθμητής του δείκτη είναι το συνολικό νερό που έχει χρησιμοποιηθεί για άρδευση για συγκεκριμένες καλλιέργειες και μετριέται σε κυβικά μέτρα (m^3). Ο όγκος του νερού που αναφέρεται έχει να κάνει με την συνολική ποσότητα που αντλήθηκε και χρησιμοποιήθηκε για αρδευτικούς λόγους. Τα χρησιμοποιούμενα δεδομένα έχουν σχεδιαστεί ώστε να συμπεριλαμβάνουν διάφορες πηγές άρδευσης (απολήψεις από υπόγεια ύδατα, λίμνες, ποτάμια και ταμιευτήρες) που αντιπροσωπεύουν μία καταναλωτική χρήση, όμως η μεθοδολογία για την ποσοτικοποίηση των αντίστοιχων όγκων επαφίεται στην κάθε χώρα και δεν υπάρχει καμία συγκεκριμένη πληροφορία σχετικά με το ποιο μερίδιο της ζήτησης καλύπτεται από κάθε πηγή ξεχωριστά. Πηγή των δεδομένων είναι η εφαρμογή Nopolu

System2, η οποία δημιουργήθηκε για να εφαρμόσει τα "λογιστικά του νερού" (Water Accounts) σύμφωνα με το SEEA-Water, για τα έτη 2002 έως και 2012.

Η ποσότητα που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του δείκτη αφορά την συνολική ποσότητα που αντλήθηκε σε κάθε υπολεκάνη μελέτης. Με την απλούστευση αυτή, αγνοείται το αποτέλεσμα των μεθόδων άρδευσης τα οποία έχουν διαφορετική αποτελεσματικότητα. Η Eurostat παρέχει δεδομένα σχετικά με την ποσοστιαία χρήση της κάθε μεθόδου άρδευσης σε κάθε NUTS 2 περιοχή (επιφανειακή άρδευση, καταιονισμός, στάγδην άρδευση).

3.2.2 Οικονομικός παράγοντας

Ο παρονομαστής του δείκτη υπολογίζεται ως εξής:

$$Οικονομικός\ παράγοντας\ (€) = \frac{Αξία\ παραγωγής * Αρδευόμενη\ έκταση}{Καλλιεργούμενη\ έκταση}$$

<u>Καλλιεργούμενη έκταση (ΚΕ)</u>

Η ΚΕ αφορά τη συνολική έκταση μιας καλλιέργειας (ha), ανεξάρτητα από το αν αρδεύεται ή όχι. Γενικά τα δεδομένα σχετικά με την κάλυψη καλλιεργειών και τη χρήση γης δεν είναι καταγράφονται κάθε 5 περίπου χρόνια. Επίσης αποτελεί μία χρονοβόρα διαδικασία με πολλούς εμπλεκόμενους φορείς. Μέσα στην περίοδο μελέτης υπήρχαν 3 καταγραφές (2005, 2007, 2010) και αυτές καταγραφές θα χρησιμοποιηθούν σαν σετ δεδομένων, με λογική υπόθεση ότι μέσα σε αυτές τις περιόδους δεν είχαμε σημαντική αλλαγή στις χρήσεις γης ως εξής:

Για τα έτη 2002-2005 το πρώτο σετ (2005)

Για τα έτη 2006-2009 το δεύτερο σετ (2007)

Για τα έτη 2010-2012 το τρίτο σετ (2010)

Τα συγκεκριμένα δεδομένα αντλήθηκαν από τον πίνακα “Land use: number of farms and areas of different crops by agricultural size of farm (UAA) and NUTS 2 regions” της Eurostat[1]. Επειδή ο δείκτης θα υπολογιστεί ανά υπολεκάνη θα πρέπει τα δεδομένα να προσαρμοστούν. Σε αυτό βοηθάει το CORINE Land Cover. Αξιοποιώντας τις πληροφορίες που μας δίνει[2] και μέσω του προγράμματος GIS καθίσταται δυνατός ο υπολογισμός του ποσοστού μιας

[1] Πηγή: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=ef_oluaareg

[2] Πηγή: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/clc-2006-vector-data-version-3

κατηγορίας CLC που χωρικά ανήκει στην υπολεκάνη που μας ενδιαφέρει. Στην συνέχεια γίνεται μία αντιστοιχία μεταξύ των καλλιεργειών που είναι διαθέσιμες στον πίνακα της Eurostat και της κάθε CLC κατηγορίας. Για κάποια CLCs δεν ήταν δυνατή η σύνδεση με καλλιέργειες. Γνωρίζοντας την συνολική έκταση των καλλιεργειών χρησιμοποιείται το ποσοστό που υπολογίστηκε παραπάνω για να βρούμε τη συνολική τους έκταση εντός της υπολεκάνης. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για κάθε κατηγορία CORINE και για κάθε NUTS 2 περιοχή που τμήμα της ανήκει στην υπολεκάνη.

Αρδευόμενη έκταση (ΑΕ)

Η ΑΕ είναι η έκταση μιας καλλιέργειας (ha) που αρδεύεται, ανεξάρτητα από τον τρόπο που γίνεται αυτό. Η Eurostat παρέχει δεδομένα μόνο για το 2010, τα οποία αντλήθηκαν από τον πίνακα " Irrigation: number of farms, areas and equipment by size of irrigated area and NUTS 2 regions" της Eurostat[3]. Γνωρίζοντας την συνολική έκταση μιας καλλιέργειας για το συγκεκριμένο έτος, αλλά και την αντίστοιχη αρδευόμενη βρίσκουμε το ποσοστό που αντιστοιχεί σε κάθε κατηγορία CLC. Πολλαπλασιάζοντας το ποσοστό αυτό, με τα δεδομένα για τις καλλιεργούμενες εκτάσεις των ετών 2005 και 2007, υπολογίζονται οι αρδευόμενες εκτάσεις για τα αντίστοιχα έτη. Ομοίως με τον υπολογισμό της ΚΕ, η ίδια διαδικασία ακολουθείται για κάθε κατηγορία CORINE και για κάθε NUTS 2 περιοχή που τμήμα της ανήκει στην υπολεκάνη.

Αξία παραγωγής (ΑΠ)

Η ΑΠ αναφέρεται στην αξία παραγωγής (million €) που προέρχεται από την καλλιεργούμενη έκταση σε μία συγκεκριμένη NUTS 2 περιοχή. Δεδομένου ότι υπολογίζεται σε τιμές παραγωγού, η τιμή αυτή είναι αυτό που παίρνει ο παραγωγός από την πώληση του προϊόντος μείον τυχόν φόρους που εκπίπτουν, οι οποίοι τιμολογούνται στον αγοραστή ως μέρος της συναλλαγής. Τα δεδομένα αντλήθηκαν από τον πίνακα "Agricultural accounts according to EAA 97 Rev.1.1 by NUTS 2 regions" της Eurostat[4] και όπως η ΚΕ και η ΑΕ, η ΑΠ είναι ανά καλλιέργεια και ανά NUTS 2. Στις περισσότερες περιοχές είναι για όλα τα έτη, από 2002 έως 2012 και η διαδικασία υπολογισμού για τα τμήματα του κάθε NUTS 2 που ανήκουν στην

[3] Πηγή: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=ef_poirrig

[4] Πηγή: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=agr_r_accts&lang=en

υπολεκάνη είναι όμοια με αυτή που ακολουθήθηκε στην καλλιεργούμενη και στην αρδευόμενη έκταση.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζεται ο συνδυασμός των καλλιεργειών με τις CORINE Land Cover κατηγορίες, καθώς και ποια δεδομένα από τους πίνακες της Eurostat χρησιμοποιήθηκαν για την Καλλιεργούμενη έκταση, την αρδευόμενη έκταση και την αξία παραγωγής.

Πίνακας 3.1: Κατηγορίες άντλησης δεδομένων Eurostat

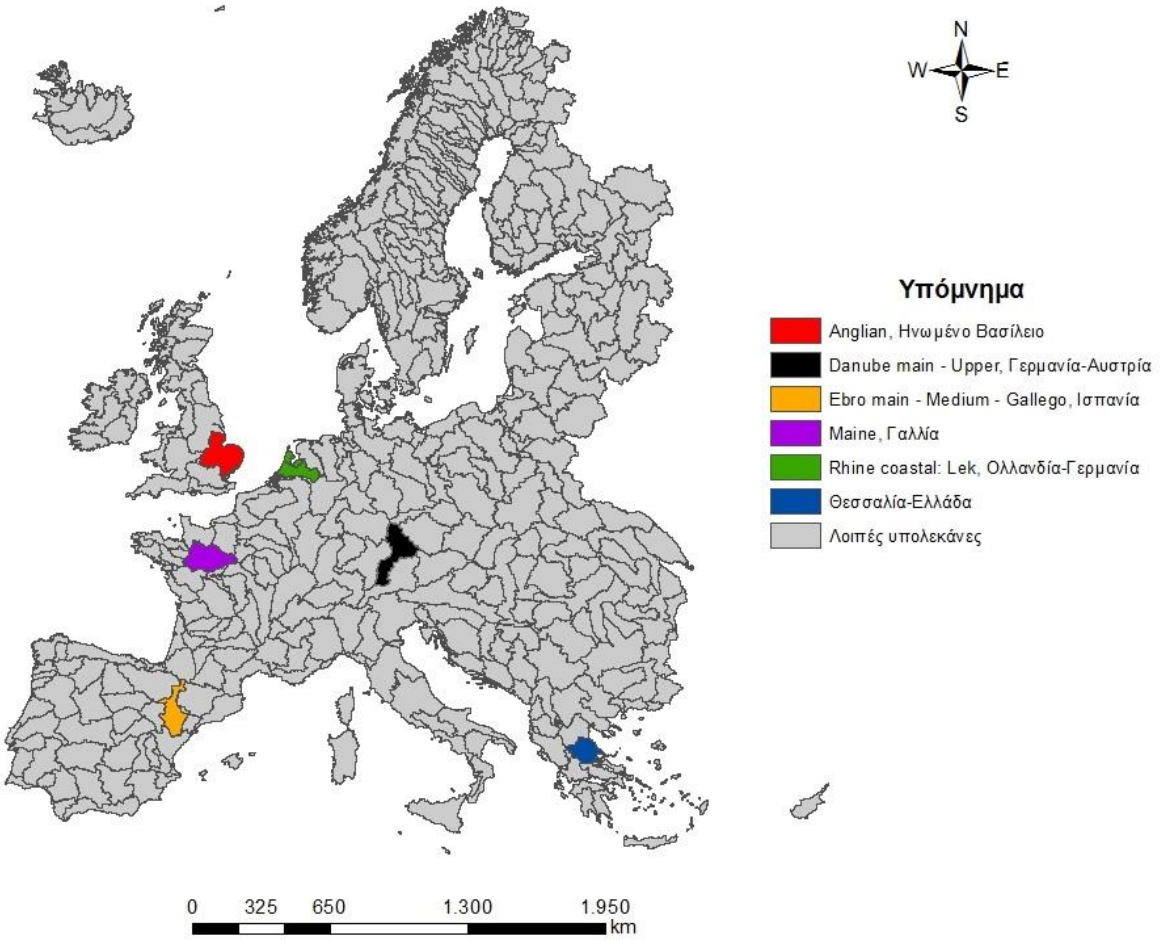
ΔΕΔΟΜΕΝΑ EUROSTAT			
Κατηγόρια CORINE Land Cover	**Καλλιεργούμενη έκταση (ha)**	**Αρδευόμενη έκταση (ha)**	**Αξία παραγωγής (εκατομμύρια €)**
211 (Δημητριακά, Σακχαρότευτλα, Φρέσκα λαχανικά, Πατάτες, Καλλιέργειες για την παραγωγή υφάσματος)	Cereals	Area irrigated in the previous 12 months: cereals	Cereals
	Sugar beet	Area irrigated in the previous 12 months: sugar beet	Sugar beet
	Fresh vegetables, melons, strawberries	Fresh vegetables, melons, strawberries (open field)	Fresh vegetables
	Potatoes	Potatoes	Potatoes
	Industrial	Textile	Industrial
213 (Ορυζώνες)	Rice fields	Area irrigated in the previous 12 months: rice	Rice
221 (Αμπελώνες)	Vineyards	Area irrigated in the previous 12 months: vineyards	Grapes + wine
222 (Οπωρώνες)	Fruit trees and berry plantations	Area irrigated in the previous 12 months: fruit and berry	Fresh fruits
223 (Ελαιώνες)	Olive groves	Area irrigated in the previous 12 months: olive plantations	Olives + olive oil
231 (Λιβάδια)	Pasture and meadow: Permanent grassland and meadow	Temporary and permanent grass	Animal Products

Κεφάλαιο 4

4. Αποτελέσματα

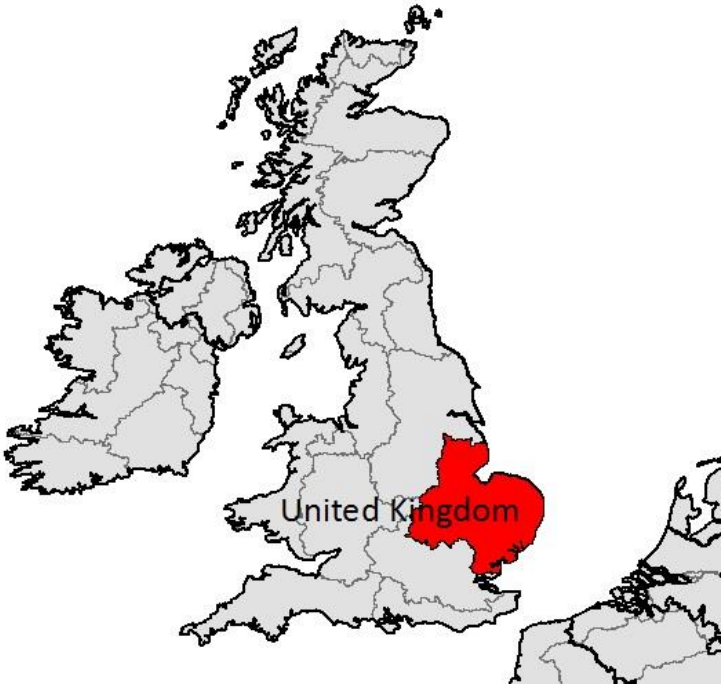
4.1 Εφαρμογή του δείκτη WREI 004

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία έγινε μία προσπάθεια να καλυφθεί όλη η έκταση της Ευρώπης, τουλάχιστον σε γεωγραφικό επίπεδο. Σε πολλές από τις χώρες η συλλογή των δεδομένων είτε ξεκίνησε πρόσφατα, συνεπώς δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για τη κατάσταση η οποία επικρατεί, είτε τα δεδομένα είναι ελλιπή καθώς βασίζονται κυρίως σε αυτούς που τα συλλέγουν και όχι σε αυτοματοποιημένα συστήματα. Στον χάρτη που ακολουθεί παρουσιάζονται οι υπολεκάνες μελέτης



Σχήμα 4.1: Υπολεκάνες μελέτης - υπολογισμού δείκτη WREI 004

4.2 Υπολεκάνη 026 – Ηνωμένο Βασίλειο – Anglian

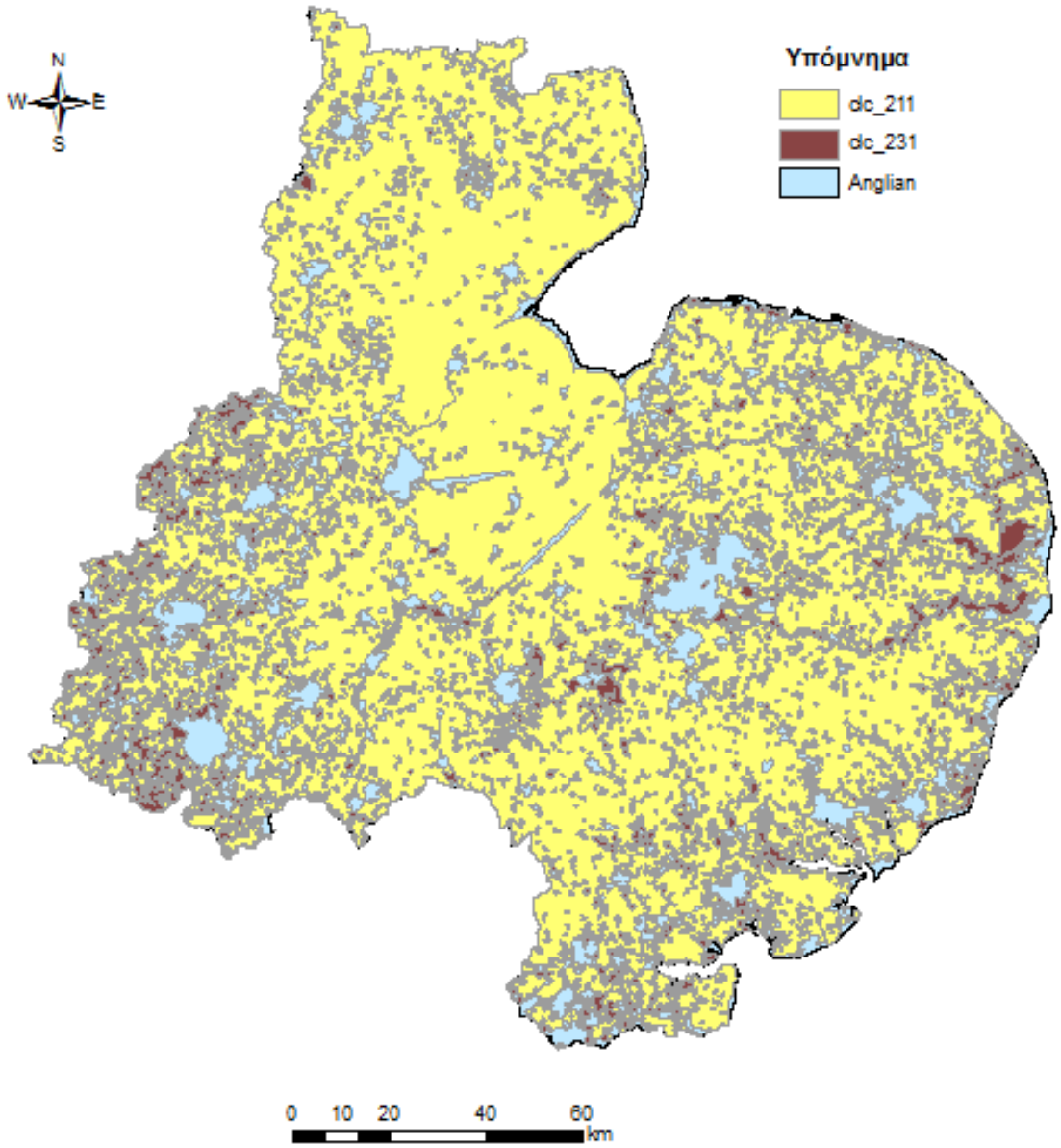


Σχήμα 4.2: Περιοχή υπολεκάνης απορροής Anglian

Η λεκάνη μελέτης Anglian βρίσκεται στη νοτιοανατολική Αγγλία (Σχήμα 4.2) και καταλαμβάνει έκταση ίση με 24.950 km^2. Η μέση ετήσια θερμοκρασία της περιοχής είναι μεταξύ 10-11 ^oC, με την μέγιστη να είναι 16-17 ^oC κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών και την ελάχιστη 4-5 ^oC κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Jenkins et al., 2008). Από το 2002 έως και το 2012 η μέση ετήσια βροχόπτωση ήταν περίπου 1200 mm, ενώ σε γενικές γραμμές ακραία γεγονότα βροχόπτωσης παρατηρούνται κυρίως κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού λόγω κάποιων περιστασιακών έντονων φαινομένων συναγωγής θερμότητας, αν και η βροχόπτωση συνολικά δείχνει πολύ μικρή εποχιακή διακύμανση στην περιοχή (Simpson, 2011).

Η περιοχή περιλαμβάνει από ασβεστολιθικές ράχες και εκτεταμένες πεδινές περιοχές μέχρι παράκτιες λιμνοθάλασσες και έλη. Συνολικά, πάνω από 5.200.000 άνθρωποι ζουν και εργάζονται σε μικρές ή μεσαίου μεγέθους πόλεις. Η λεκάνη απορροής περιλαμβάνει κυρίως αγροτικές δραστηριότητες (περίπου 1.500.000 ha), οι οποίες αφορούν τη γεωργία και την κηπευτική. Από την περιοχή Fens μέχρι την κοιλάδα Waveney, η συγκεκριμένη λεκάνη απορροής είναι μία από τις πιο παραγωγικές περιοχές στον κόσμο. Είναι ευρύτερα γνωστή για τις καλλιέργειες δημητριακών, καθώς περισσότερο από το 25% του σιταριού και του κριθαριού της Αγγλίας παράγεται εδώ. Σημαντική είναι και η κηπευτική στην περιοχή διότι

καλλιεργούνται τα πάντα, από φασόλια και μπιζέλια, μέχρι πατάτες, φράουλες, λουλούδια κ.α. Οι αγρότες συγκομίζουν πάνω από το 50% των ζαχαρότευτλων της χώρας, ενώ πολύ σημαντική είναι και η κτηνοτροφία.



Σχήμα 4.3: Αγροτικές χρήσεις γης Anglian

Παρακάτω παρουσιάζονται οι παράμετροι του δείκτη WREI 004 (ανά NUTS 2 αλλά και συγκεντρωτικά) καθώς και τα αποτελέσματα για την υπό μελέτη υπολεκάνη απορροής.

Πίνακας 4.1: Υπολογισμός ποσοστού κατηγορίας CLC που χωρικά ανήκει στην υπολεκάνη μελέτης

	CLC_211			CLC_231		
	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**
UKF2	290.359,36	165.548,63	**57,02%**	121.444,34	55.982,38	**46,10%**
UKF3	523.583,60	425.766,37	**81,32%**	25.311,82	19.047,43	**75,25%**
UKH1	947.088,74	946.925,58	**99,98%**	140.968,09	140.863,94	**99,93%**

UKH2	175.148,37	97.292,28	**55,55%**	46.139,50	14.410,73	**31,23%**
UKH3	244.302,13	187.349,06	**76,69%**	53.380,25	36.512,99	**68,40%**
UKJ1	281.042,35	43.912,28	**15,62%**	167.750,57	24.724,36	**14,74%**

Το ποσοστό χρησιμοποιήθηκε για την προσαρμογή των δεδομένων που αντλήθηκαν από την Eurostat, τα οποία ήταν σε επίπεδο NUTS 2.

Πίνακας 4.2: Δεδομένα καλλιεργούμενων εκτάσεων (ΚΕ) σε ha

CLC_211	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
UKF2	138.969	140.515	147.697	79.233,29	80.114,74	84.209,57
UKF3	287.973	287.246	289.505	234.173,15	233.581,97	235.418,93
UKH1	568.931	552.755	568.231	568.832,99	552.659,77	568.133,11
UKH2	90.065	88.579	91.313	50.029,75	49.204,30	50.722,99
UKH3	131.237	132.108	140.339	100.642,30	101.310,25	107.622,39
UKJ1	134.329	132.160	139.522	20.988,63	20.649,72	21.800,02

CLC_231	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
UKF2	111.710	117.640	115.690	51.495,13	54.228,69	53.329,80
UKF3	45.450	46.630	47.200	34.201,64	35.089,60	35.518,54
UKH1	106.530	113.160	117.560	106.511,65	113.140,51	117.539,75
UKH2	29.720	30.660	31.110	9.282,44	9.576,03	9.716,57
UKH3	30.320	30.520	31.070	20.739,39	20.876,19	21.252,40
UKJ1	110.980	118.800	116.930	16.357,08	17.509,65	17.234,03

Πίνακας 4.3: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την κάλυψη γης (ha) στην υπολεκάνη για την περίοδο μελέτης 2002-2012

	2002-2005	2006-2009	2010-2012
CLC_211	1.053.900,10	1.037.520,75	1.067.907,02
CLC_231	238.587,32	250.420,66	254.591,09

Τα δεδομένα του πίνακα 4.3 είναι αυτά που χρησιμοποιήθηκαν σαν Καλλιεργούμενη Έκταση για τον υπολογισμό του δείκτη.

Πίνακας 4.4: Δεδομένα αρδευόμενων εκτάσεων (ΑΕ) σε ha

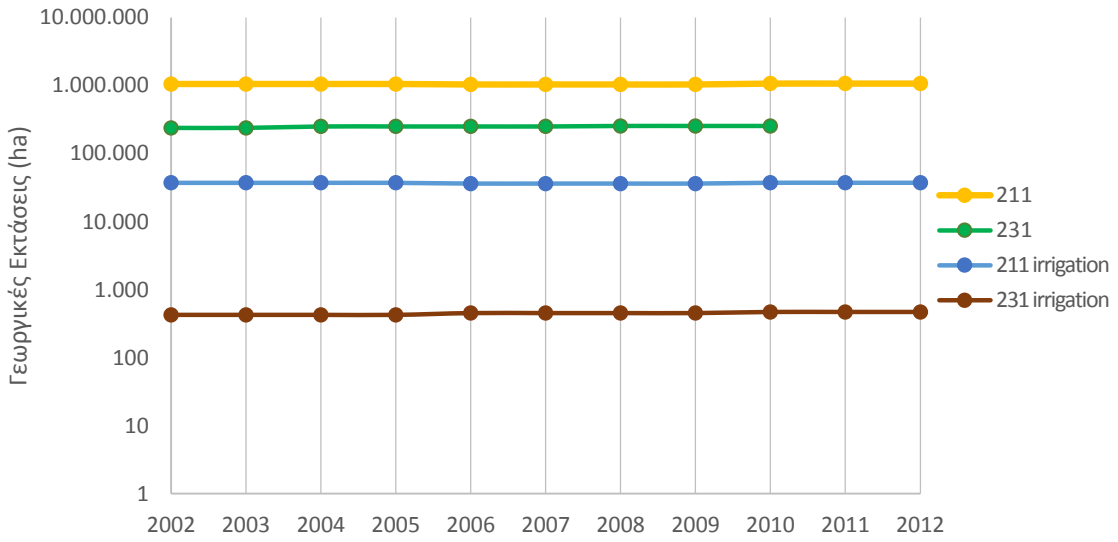
CLC_211	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
UKF2	0	0	0	0,00	0,00	0,00
UKF3	5.366	5.353	5.395	4.363,88	4.352,86	4.387,09
UKH1	30.983	30.102	30.945	30.977,78	30.097,01	30.939,67
UKH2	582	572	590	323,26	317,92	327,74
UKH3	1.922	1.934	2.055	1.473,72	1.483,50	1.575,93
UKJ1	0	0	0	0,00	0,00	0,00

CLC_231	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
UKF2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UKF3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UKH1	425,90	452,41	470,00	425,83	452,33	469,92
UKH2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UKH3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UKJ1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Πίνακας 4.5: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τις αρδευόμενες εκτάσεις (ha) στην υπολεκάνη για την περίοδο μελέτης 2002-2012

	2002-2005	2006-2009	2010-2012
CLC_211	37.138,63	36.251,30	37.230,42
CLC_231	425,83	452,33	469,92

Τα δεδομένα του πίνακα 4.5 είναι αυτά που χρησιμοποιήθηκαν σαν Αρδευόμενη Έκταση για τον υπολογισμό του δείκτη.



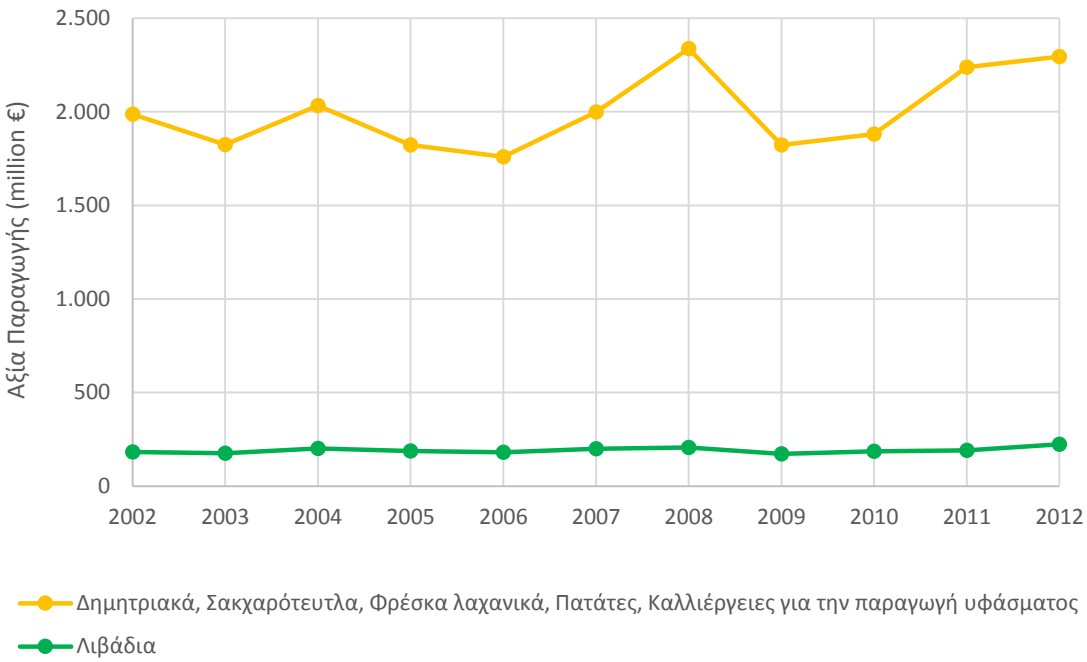
Σχήμα 4.4: Διακύμανση καλλιεργούμενων και αρδευόμενων εκτάσεων

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.4 η διακύμανση στην χρήση γης για γεωργικούς σκοπούς στην υπολεκάνη είναι σχεδόν μηδενική. Αυτό είναι φυσιολογικό για τις καλλιεργούμενες εκτάσεις καθώς σε 10 έτη, οι αλλαγές δεν μπορεί να είναι σημαντικές. Για τις αρδευόμενες εκτάσεις όμως, οφείλεται στο ότι στην περιοχή η παραγωγή αφορά καλλιέργειες με όχι ιδιαίτερα υψηλές υδατικές απαιτήσεις (όπως παραδείγματος χάριν τα δημητριακά ή τα λιβάδια για την εκτροφή των ζώων), οπότε αυτές καλύπτονται σε μεγάλο βαθμό από τα κατακρημνίσματα της περιοχής.

Πίνακας 4.6: Αξία παραγωγής καλλιεργειών σε εκατομμύρια €

CLC_211	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
	1.986,999	1.823,472	2.032,124	1.821,776	1.759,147	1.997,754
	2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	
	2.337,168	1.821,646	1.880,313	2.237,866	2.294,754	

CLC_231	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
	181,961	176,577	202,349	187,899	181,678	199,927
	2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	
	206,757	172,196	185,432	192,010	224,200	

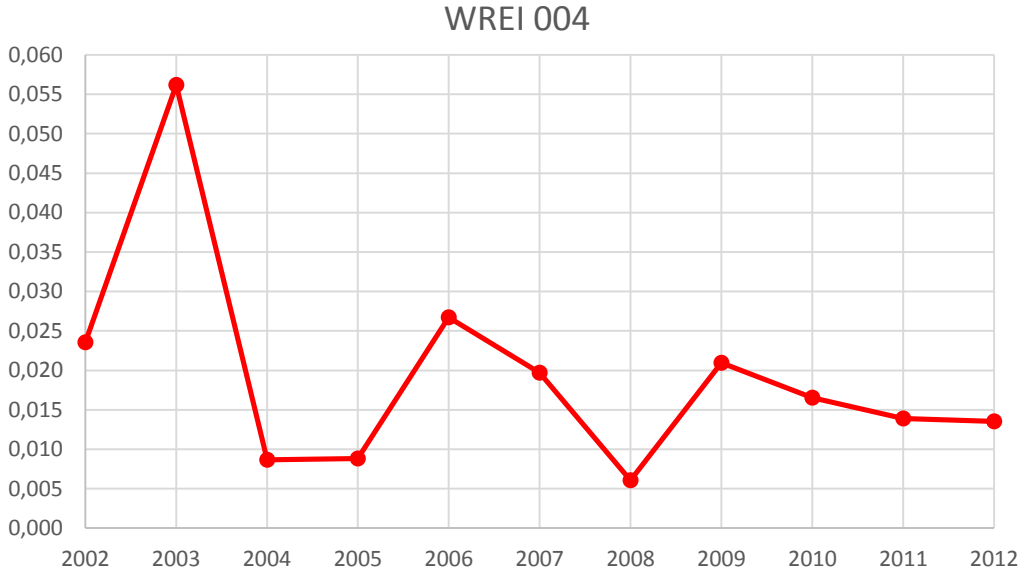


Σχήμα 4.5: Διακύμανση αξίας παραγωγής

Παίρνοντας ως παραμέτρους για τον υπολογισμό του δείκτη τα συγκεντρωτικά δεδομένα των πινάκων 4.3, 4.5 και 4.6 καθώς και τη συνολική άντληση νερού για γεωργικούς λόγους εξάγουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 4.7: Δείκτης WREI 004 για την υπολεκάνη Anglian

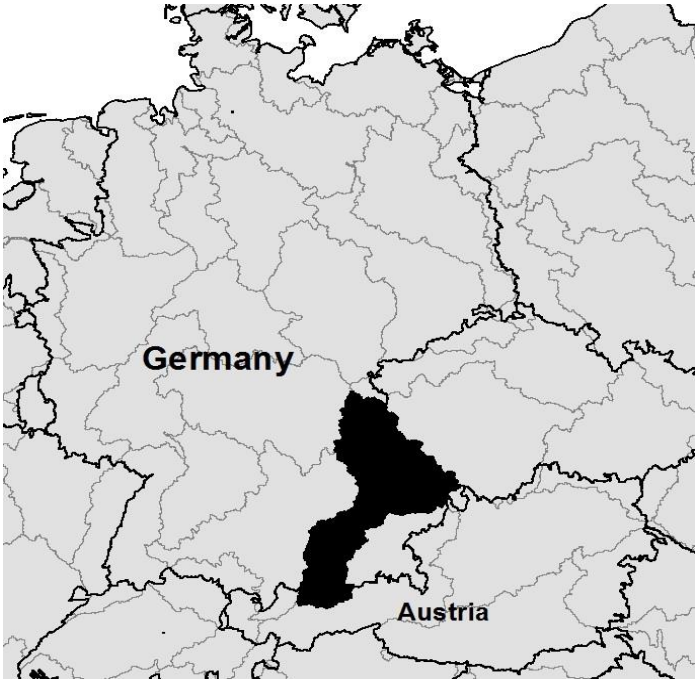
WREI 004					
2002	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
0,0236	0,0562	0,0086	0,0088	0,0267	0,0197
2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	
0,0061	0,0210	0,0165	0,0139	0,0135	



Σχήμα 4.6: Διακύμανση δείκτη WREI 004

Σε γενικές γραμμές οι τιμές του δείκτη θεωρούνται χαμηλές. Το κλίμα αλλά και οι καλλιέργειες που αναπτύσσονται στην περιοχή ευνοούν τις μειωμένες απολήψεις. Αυτό σε συνδυασμό με τις μεγάλες εκτάσεις μειώνουν αισθητά την τιμή του δείκτη και αποδεικνύουν την ευημερία της περιοχής σε σχέση με την αγροτική παραγωγή αλλά και τη διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων.

4.3 Υπολεκάνη 070 – Γερμανία – Danube main – Upper

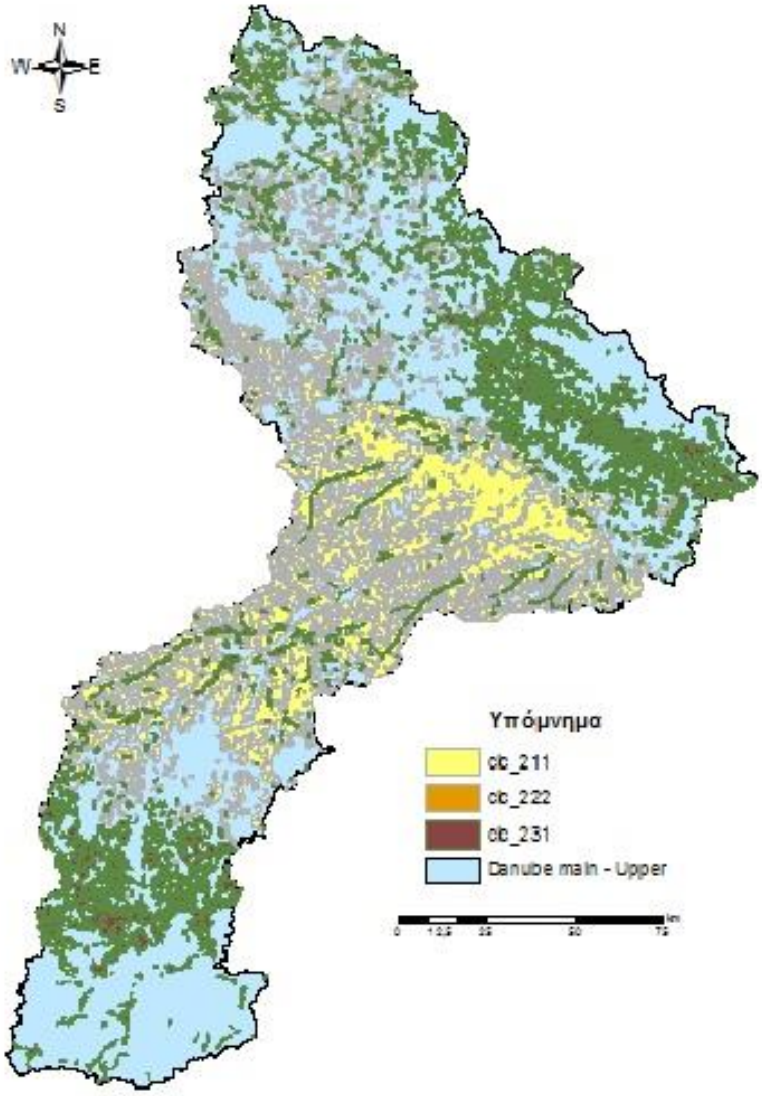


Σχήμα 4.7: Περιοχή υπολεκάνης απορροής Danube main – Upper

Η υπολεκάνη Upper Danube – main βρίσκεται στην νοτιοανατολική Γερμανία και περιλαμβάνει και ένα μικρό μέρος της δυτικής Αυστρίας. Καταλαμβάνει έκταση ίση με 24.325 km^2. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 8-9 ^oC, ενώ κατά τη διάρκεια των καλοκαιριών μηνών είναι συνήθως μεταξύ 21 ^oC και 28 ^oC κατά τη διάρκεια της ημέρας. Από το 2002 έως το 2012 η μέση ετήσια βροχόπτωση ήταν 1800 mm. Κατά τη διάρκεια του χρόνου οι μέρες βροχής ανά μήνα δεν παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση, ενώ αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι περισσότερες μέρες, κατά μέσο όρο, είναι το Ιούνιο (12).

Η συγκεκριμένη λεκάνη είναι από τη φύση της ένα περιβάλλον πλούσιο σε νερό, παρ' όλα αυτά παρουσιάζει σημάδια καταπόνησης από πιέσεις, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε υδατικές ελλείψεις ή σε μείωση της ποιότητας με αποτέλεσμα την ύπαρξη συγκρούσεων. Η ευρύτερη περιοχή επηρεάζεται από το πιο γρήγορο λιώσιμο των παγωμένων μαζών στις Άλπεις, τη συσσώρευση ρύπων στα επιφανειακά και στα υπόγεια ύδατα, την αλλαγή στις τοπικές καιρικές συνθήκες και από την αλληλουχία των βροχοπτώσεων οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν είτε σε παροδικές πλημμύρες είτε σε ξηρασία έχοντας αρνητικά αποτελέσματα για την γεωργία (Nickel, 2005).

Στην ευρύτερη περιοχή της Βαυαρίας (7,1 εκατομμύρια ha) τα εδάφη είναι κυρίως πηλώδη, αμμοπηλώδη και αργιλικά. Ένα πολύ μικρό ποσοστό των εδάφους είναι αμμώδες και ένα ακόμα μικρότερο αποτελείται από έλη. Οι αγροτικές περιοχές καλύπτουν το 50%, και τα 2/3 αυτών είναι καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Το υπόλοιπο 1/3 είναι κυρίως πεδινές εκτάσεις καλυμμένες από γρασίδι, και αξιοποιείται για κτηνοτροφικούς σκοπούς. Η Βαυαρία έχει τον μεγαλύτερο αριθμό αγροκτημάτων σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη περιφέρεια της Γερμανίας, και περισσότερα από τα μισά έχουν έκταση μεγαλύτερη των 50 ha. Το 2009 το 15% των καλλιεργήσιμων εκτάσεων χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή ανανεώσιμων πρώτων υλών. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι περίπου οι μισές από αυτές τις εκτάσεις είναι υπό την μορφή ενοικίασης (Brandhuber et al., 2011).



Σχήμα 4.8: Αγροτικές χρήσεις γης Danube Upper – Main

Παρακάτω παρουσιάζονται οι παράμετροι του δείκτη WREI 004 (ανά NUTS 2 αλλά και συγκεντρωτικά) καθώς και τα αποτελέσματα για την υπό μελέτη υπολεκάνη απορροής.

Πίνακας 4.8: Υπολογισμός ποσοστού κατηγορίας CLC που χωρικά ανήκει στην υπολεκάνη μελέτης

	CLC_211			CLC_222		
	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**
DE2	2.041.191,02	655.513,54	**32,11%**	828,20	828,20	**100%**
AT33	2.288,15	0,00	**0,00%**	0,00	0,00	**0,00%**

	CLC_231		
	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**
DE2	945.065,45	257.901,68	**27,29%**
AT33	98.967,13	2.818,08	**2,85%**

Το ποσοστό αυτό χρησιμοποιήθηκε για την προσαρμογή των δεδομένων που αντλήθηκαν από την Eurostat, τα οποία ήταν σε επίπεδο NUTS 2.

Πίνακας 4.9: Δεδομένα καλλιεργούμενων εκτάσεων (ΚΕ) σε ha

CLC_211	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
DE2	1.360.642	1.326.566	1.312.492	436.960,21	426.016,95	421.497,19
AT33	1.429	1.669	1.672	0,00	0,00	0,00

CLC_222	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
DE2	5.540	5.050	5.310	5.540,00	5.050,00	5.310,00
AT33	140	260	210	0,00	0,00	0,00

CLC_231	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
DE2	1.106.460	1.089.310	1.030.890	301.945,11	297.264,99	281.322,59
AT33	94.010	88.980	87.090	2.676,92	2.533,70	2.479,88

Πίνακας 4.10: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την κάλυψη γης (ha) στην υπολεκάνη για την περίοδο μελέτης 2002-2012

	2002-2005	2006-2009	2010-2012
CLC_211	436.960,21	426.016,95	421.497,19
CLC_222	5.540,00	5.050,00	5.310,00
CLC_231	304.622,03	299.798,69	283.802,47

Τα δεδομένα του πίνακα 4.10 είναι αυτά που χρησιμοποιήθηκαν σαν Καλλιεργούμενη Έκταση για τον υπολογισμό του δείκτη.

Πίνακας 4.11: Δεδομένα αρδευόμενων εκτάσεων (ΑΕ) σε ha

CLC_211	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
DE2	8.055	7.853	7.770	2.586,82	2.522,04	2.495,28
AT33	197	230	230	0,00	0,00	0,00

CLC_221	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
DE2	146	133	140	146,06	133,15	140,00
AT33	53	99	80	0,00	0,00	0,00

CLC_231	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
DE2	655	645	610	178,67	175,90	166,46
AT33	874	828	810	24,90	23,57	23,06

Πίνακας 4.12: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τις αρδευόμενες εκτάσεις (ha) στην υπολεκάνη για την περίοδο μελέτης 2002-2012

	2002-2005	2006-2009	2010-2012
CLC_211	2.586,82	2.522,04	2.495,28
CLC_222	146,06	133,15	140,00
CLC_231	203,56	199,46	189,53

Τα δεδομένα του πίνακα 4.12 είναι αυτά που χρησιμοποιήθηκαν σαν Αρδευόμενη Έκταση για τον υπολογισμό του δείκτη.

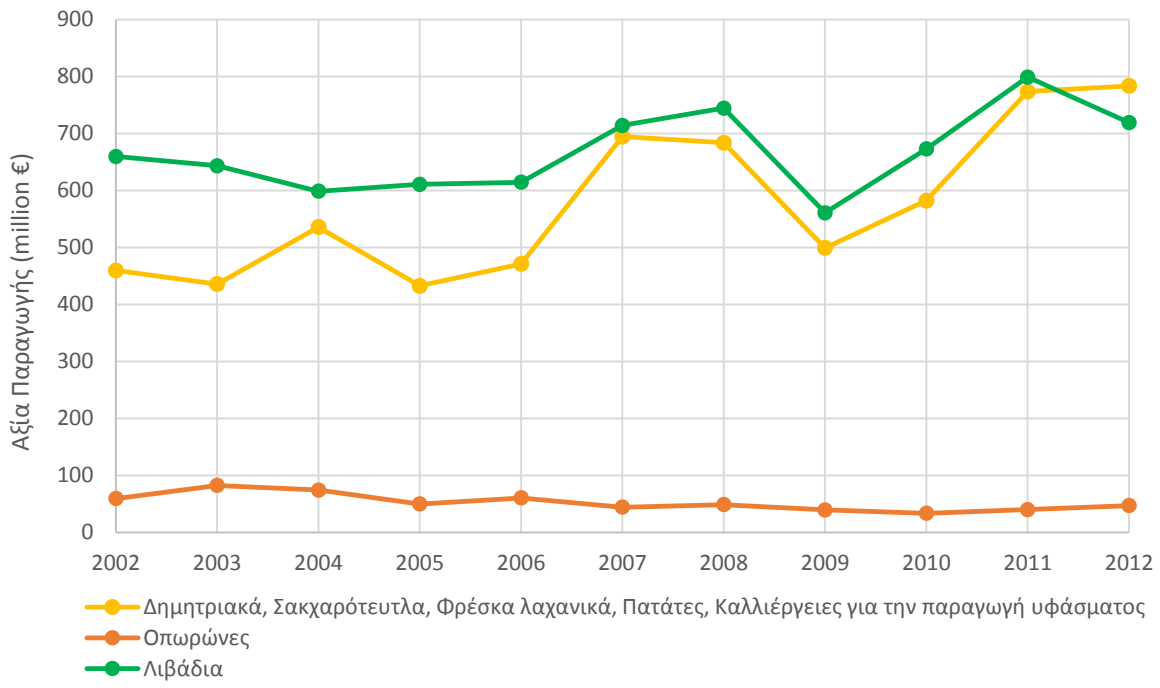
Από τους πίνακες 4.10 και 4.12 είναι εμφανές ότι στην περιοχή πολύ μεγάλο ποσοστό των καλλιεργειών αφορούν δημητριακά (CLC_211) και λιβάδια (CLC_231) για την εκτροφή ζώων. Υπάρχουν και καλλιέργειες για την παραγωγή φρούτων, οι οποίες όμως αποτελούν περίπου το 1% των συνολικών εκτάσεων.

Πίνακας 4.13: Αξία παραγωγής καλλιεργειών σε εκατομμύρια €

CLC_211	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
	459,571	435,742	535,765	432,730	470,985	694,255
	2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	
	683,561	499,243	581,896	773,640	783,458	

CLC_222	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
	59,430	82,410	74,280	49,880	60,550	44,170
	2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	
	48,750	39,360	33,380	39,890	46,900	

CLC_231	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
	659,486	643,143	598,665	610,785	614,282	714,044
	2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	
	744,498	560,617	672,875	798,928	719,115	



Σχήμα 4.9: Διακύμανση αξίας παραγωγής για τα αγροτικά προϊόντα της υπολεκάνης

Τα δεδομένα για τον υπολογισμό του δείκτη WREI 004 αντλήθηκαν από τους πίνακες 4.10, 4.12, 4.13.

Πίνακας 4.14: Δείκτης WREI 004 για την υπολεκάνη Upper Danube - Main

WREI 004					
2002	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
0,000000	0,000009	0,000001	0,000000	0,000005	0,000000
2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	
0,000000	0,000002	0,000001	0,000001	0,000001	

Οι τιμές του δείκτη στην υπολεκάνη Upper Danube – Main είναι πάρα πολύ μικρές, σχεδόν μηδενικές. Τα αποτελέσματα θεωρούνται φυσιολογικά καθώς ενώ είναι αρκετά μεγάλες οι γεωργικές εκτάσεις, οι γεωργικές απολήψεις υδάτων είναι πάρα πολύ μικρές. Οι αυξημένες βροχοπτώσεις και η σωστή εκμετάλλευση τους βοηθούν σε αυτό, και οι όποιες απολήψεις παρατηρούνται μόνο κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών, όπου η θερμοκρασία είναι αρκετά υψηλή και οι υδατικές ανάγκες των καλλιεργειών πιο αυξημένες σε σχέση με τις άλλες εποχές.

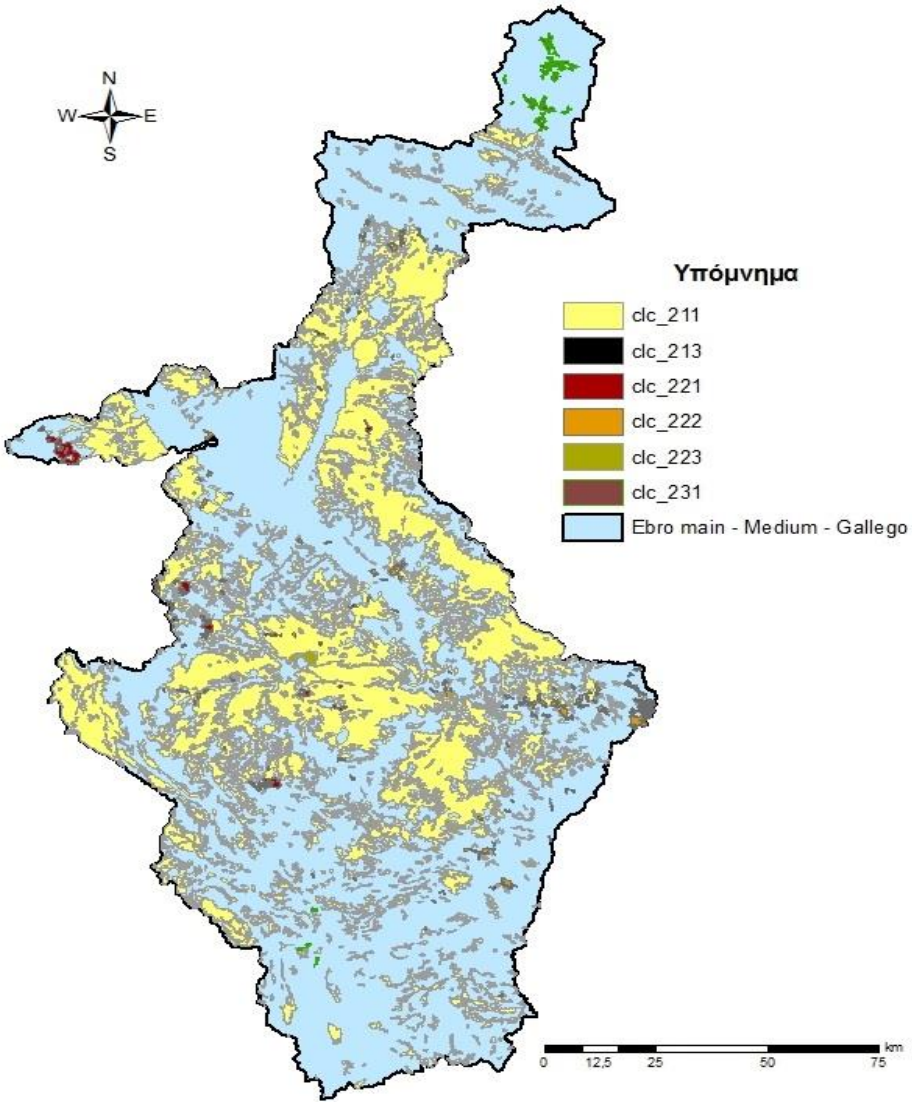
4.4 Υπολεκάνη 117 - Ισπανία - Ebro main - Medium - Gallego

Σχήμα 4.10: Περιοχή υπολεκάνης απορροής Ebro main - Medium – Gallego

Η υπολεκάνη μελέτης Ebro main - Medium – Gallego βρίσκεται στην ανατολική Ισπανία (Σχήμα 4.10) και η έκτασή της είναι ίση με 17.200 km^2. Είναι ουσιαστικά η λεκάνη απορροής του ποταμού Gallego, ο οποίος είναι ένας από τους κυριότερους παραπόταμους του Ebro, που είναι ο σημαντικότερος ποταμός της βορειοανατολικής Ιβηρικής χερσονήσου. Το κλίμα της περιοχής κατατάσσεται στα ημι-άνυδρα. Διαθέτει ζεστά και ξηρά καλοκαίρια (συχνά εξαιρετικά θερμά) και ψυχρούς χειμώνες. Στην περιοχή παρουσιάζονται και κάποιες χιονοπτώσεις, κυρίως στα βόρεια, κοντά στα Πυρηναία όρη. Σημαντικό θεωρείται το γεγονός ότι σε πολλές περιπτώσεις η διακύμανση θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύχτας φτάνει ακόμα και τους 20 ^{o}C. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 16-18 ^{o}C, με την μέγιστη να είναι 34-35 ^{o}C κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών και την ελάχιστη 4-5 ^{o}C κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Η μέση ετήσια βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης ήταν 620 mm.

Η περιφέρεια της Αραγονίας, στην οποία ανήκει σχεδόν εξ ολοκλήρου η υπό μελέτη υπολεκάνη, είναι από τις πιο σημαντικές περιοχές της Ισπανίας στον τομέα της γεωργίας. Από το 1960 έχουν κατασκευαστεί στην λεκάνη απορροής του Gallego μεγάλοι ταμιευτήρες, προκειμένου να αυξηθεί η χωρητικότητα για την αποθήκευση νερού και να είναι δυνατή η άρδευση μεγαλύτερων εκτάσεων. Σήμερα, η γεωργία αντιπροσωπεύει το 94% της ζήτησης νερού, η οποία καλύπτεται σε μεγάλο βαθμό από φράγματα. Οι κυριότερες καλλιέργειες της

περιοχής που αρδεύονται είναι η μηδική, το καλαμπόκι, το σιτάρι και το κριθάρι (Graveline et al., 2013). Τα δημητριακά καλύπτουν περίπου το 87% της συνολικής αρδευόμενης έκτασης της υπολεκάνης, ενώ το υπόλοιπο 13% περιλαμβάνει οπωρώνες, ελαιώνες, αμπελώνες και ορυζώνες. Η περιοχή χαρακτηρίζεται και από μία μικρή παραγωγή ρυζιού. Η ανάπτυξη της συγκεκριμένης καλλιέργειας ευνοείται, καθώς δεν επηρεάζεται από την υφαλμύρωση του εδάφους, σε σχέση με άλλες καλλιέργειες που είναι λιγότερο παραγωγικές σε τέτοια εδάφη. Η λεκάνη απορροής Gallego επηρεάζεται από τις υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων στο έδαφος, οι οποίες οφείλονται στα πετρώματα που είναι πλούσια σε άλατα. Τα κατάντη υδάτινα σώματα επηρεάζονται από την άρδευση, με αποτέλεσμα την υφαλμύρωσή τους. Η ποιότητα των ανάντη των επιφανειακών υδάτων δεν επηρεάζεται από την αλατότητα, κι έτσι δεν επηρεάζει τα γεωργική παραγωγή (Causape et al. 2004a).



Σχήμα 4.11: Αγροτικές χρήσεις γης Ebro main - Medium - Gallego

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι παράμετροι του δείκτη WREI 004 (ανά NUTS 2) καθώς και τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα για υπολεκάνη.

Πίνακας 4.15: Υπολογισμός ποσοστού κατηγορίας CLC που χωρικά ανήκει στην υπολεκάνη μελέτης

	CLC_211			CLC_213		
	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**
ES24	1.255.093,37	539.978,46	**43,02%**	24.187,40	49,59	**0,21%**
ES52	57.558,57	8.854,49	**15,38%**	17.263,09	0,00	**0,00%**

	CLC_221			CLC_222		
	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**
ES24	38.950,41	6.535,16	**16,78%**	42.441,55	8.931,84	**21,05%**
ES52	86.837,27	0,00	**0,00%**	292.815,77	30,30	**0,01%**

	CLC_223			CLC_231		
	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**
ES24	15.438,87	7.224,39	**46,79%**	19.930,14	3.145,29	**15,78%**
ES52	42.461,38	0,00	**0,00%**	0,00	0,00	**0,00%**

Το ποσοστό αυτό χρησιμοποιήθηκε για την προσαρμογή των δεδομένων που αντλήθηκαν από την Eurostat, τα οποία ήταν σε επίπεδο NUTS 2.

Πίνακας 4.16:Δεδομένα καλλιεργούμενων εκτάσεων (ΚΕ) σε ha

CLC_211	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
ES24	831.579	882.457	834.624	357.770,00	379.659,22	359.080,04
ES52	51.219	54.691	50.741	7.879,24	8.413,36	7.805,71

CLC_213	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
ES24	23.370	22.310	12.560	47,92	45,75	25,75
ES52	17.620	18.060	14.850	0	0	0

CLC_221	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
ES24	32.530	34.210	35.860	5.458	5.740	6.017
ES52	82.190	79.550	62.660	0	0	0

CLC_222	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
ES24	107.020	106.710	105.500	22.522,41	22.457,17	22.202,52
ES52	130.530	126.850	104.190	13,51	13,13	10,78

CLC_223	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
ES24	42.880	45.080	48.330	20.065,06	21.094,52	22.615,30
ES52	74.310	73.010	78.790	0	0	0

CLC_231	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
ES24	59.420	84.380	86.680	9.377,40	13.316,48	13.679,46
ES52	10.220	8.640	24.790	0	0	0

Για την συγκεκριμένη υπολεκάνη η Eurostat παρείχε οικονομικά δεδομένα μόνο για τα έτη 2010-2011. Συνεπώς ο υπολογισμός των επιμέρους παραμέτρων έγινε μόνο για αυτά τα δύο έτη για να υπάρχει μια εικόνα για την κατάσταση που επικρατεί χωρίς όμως να είναι δυνατόν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα.

Πίνακας 4.17: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την κάλυψη γης (h) στην υπολεκάνη τα έτη 2010-2011

	2010	2011
CLC_211	366.885,75	366.885,75
CLC_213	25,75	25,75
CLC_221	5.457,93	5.457,93
CLC_222	22.535,91	22.535,91
CLC_223	20.065,06	20.065,06
CLC_231	9.377,40	9.377,40

Πίνακας 4.18: Δεδομένα αρδευόμενων εκτάσεων (ΑΕ) σε ha

CLC_211	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
ES24	127.413	135.209	127.880	54.817,05	58.170,89	55.017,78
ES52	7.429	7.933	7.360	1.142,89	1.220,36	1.132,22

CLC_213	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
ES24	13.229	12.629	7.110	27,13	25,90	14,58
ES52	13.859	14.205	11.680	0	0	0

CLC_221	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
ES24	11.221	11.801	12.370	1.883	1.980	2.075
ES52	20.882	20.211	15.920	0	0	0

CLC_222	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
ES24	7.050	7.030	6.950	1.483,70	1.479,41	1.462,63
ES52	18.567	18.043	14.820	1,92	1,87	1,53

CLC_223	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
ES24	10.327	10.857	11.640	4.832,55	5.080,49	5.446,76
ES52	11.808	11.602	12.520	0	0	0

CLC_231	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
ES24	54.683	77.653	79.770	8.629,85	12.254,91	12.588,95
ES52	858	725	2.080	0	0	0

Πίνακας 4.19: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τις αρδευόμενες εκτάσεις (ha) στην υπολεκάνη για τα έτη 2010-2011

	2010	2011
CLC_211	56.150,00	56.150,00
CLC_213	14,58	14,58
CLC_221	2.075,46	2.075,46
CLC_222	1.464,16	1.464,16
CLC_223	5.446,76	5.446,76
CLC_231	12.588,95	12.588,95

Στον πίνακα 4.19 φαίνεται η κατάσταση που επικρατεί στην περιοχή της λεκάνης απορροής του ποταμού Gallego, σχετικά με τις εκτάσεις των καλλιεργειών που αρδεύονται. Τα δημητριακά, τα λαχανικά, οι αμπελώνες και τα λιβάδια είναι αυτά που κατ' έκταση αρδεύονται περισσότερο.

Πίνακας 4.20: : Αξία παραγωγής καλλιεργειών σε εκατομμύρια €

CLC_211	**2010**	**2011**
	317,34	323,65

CLC_213	**2010**	**2011**
	0,042	0,046

CLC_221	**2010**	**2011**
	6,936	6,946

CLC_222	**2010**	**2011**
	67,51	66,06

CLC_223	**2010**	**2011**
	11,50	8,93

CLC_231	**2010**	**2011**
	20,33	24,87

Γίνεται κατανοητό ότι μεγαλύτερο ρόλο στην γεωργική οικονομία της περιοχής παίζουν οι καλλιέργειες δημητριακών και στην συνέχεια τα φρούτα. Αν και η Ισπανία είναι ιδιαίτερα δημοφιλής για τους ελαιώνες και τους αμπελώνες της, είναι προφανές ότι στην συγκεκριμένη

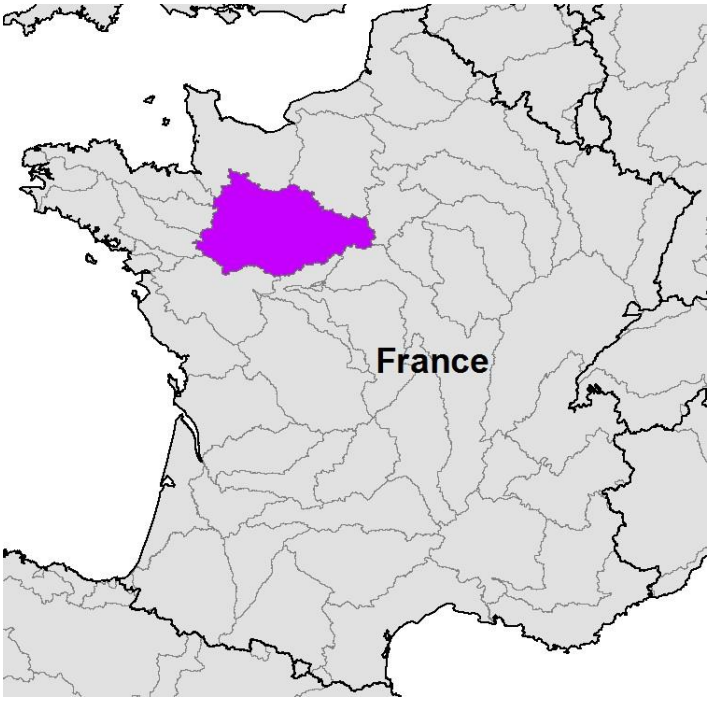
περιοχή έμφαση δίνεται σε άλλες καλλιέργειες, τις οποίες οι τοπικοί γεωργοί θεωρούν πιο αποτελεσματικές και πιο κερδοφόρες.

Πίνακας 4.21: Δείκτης WREI 004 για την υπολεκάνη Ebro main - Medium - Gallego

WREI 004	
2010	**2011**
8,626	8,276

Όπως αναφέραμε και νωρίτερα, τα δεδομένα σχετικά με τα οικονομικά στοιχεία είναι ελλιπή. Παρ' όλα αυτά, οι ιδιαίτερα αυξημένες απολήψεις για την περίοδο 2002-2012 δείχνουν ότι η γεωργία είναι για την περιοχή, ο πιο σημαντικός πυλώνας της οικονομίας της. Απαραίτητη χρίζεται, μία περαιτέρω διερεύνηση έτσι ώστε να είναι εφικτή και η σύγκριση με περιοχές, όπου η σημασία της γεωργικής οικονομίας είναι ανάλογη.

4.5 Υπολεκάνη 292 - Γαλλία – Maine

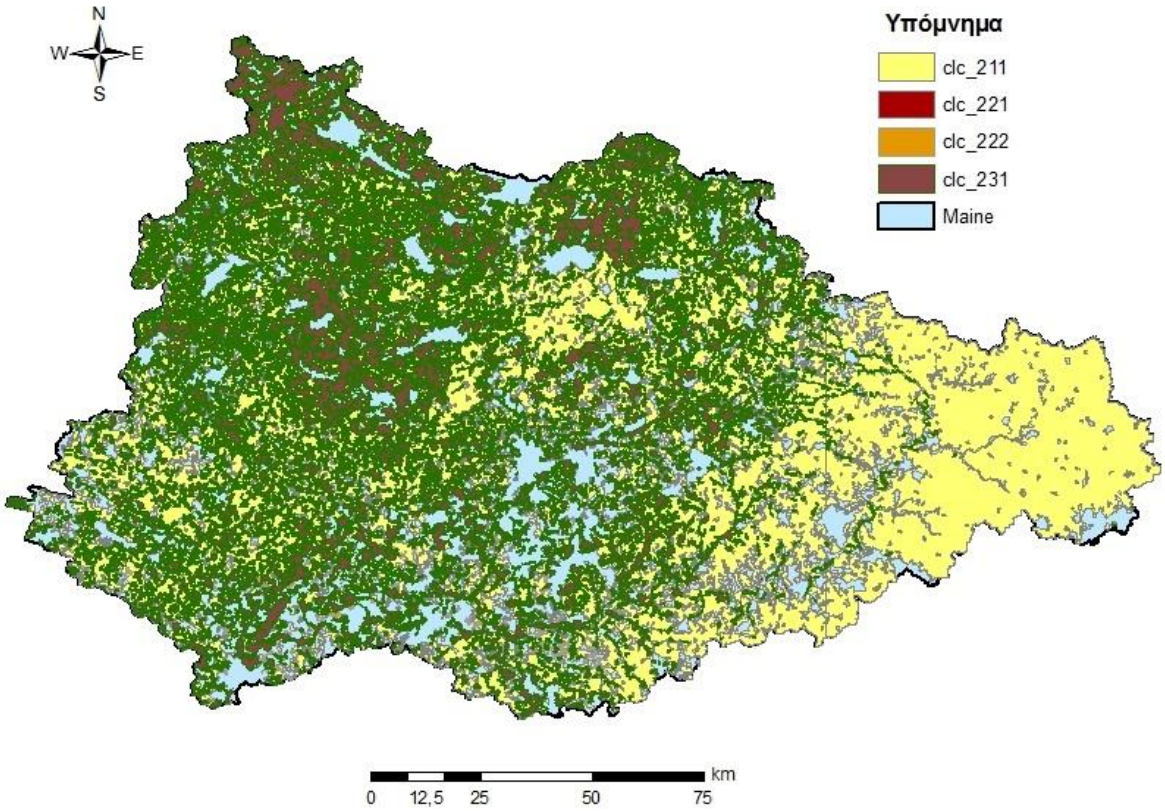


Σχήμα 4.12: Περιοχή υπολεκάνης απορροής Maine

Η υπολεκάνη Maine βρίσκεται στην βορειοδυτική Γαλλία και καταλαμβάνει έκταση ίση με 22.350 km^2. Βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της λεκάνης του ποταμού Loire, η οποία έχει έκταση περίπου 155.000 km^2, δηλαδή το 22% της συνολικής έκτασης της Γαλλίας. Η υπολεκάνη Maine, αποτελεί λεκάνη απορροής του ομώνυμου ποταμού, ο οποίος είναι παραπόταμος του Loire και έχει μήκος 12 km. Το κλίμα της περιοχής θεωρείται ήπιο, λόγω της επίδρασης του ωκεάνιου και του ηπειρωτικού κλίματος. Η υπό μελέτη υπολεκάνη δεν χαρακτηρίζεται από

ξηρές περιόδους, και το χιόνι και οι παγετοί είναι σπάνιοι ακόμα και κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών. Κατά μέσο όρο η μέγιστη χειμερινή θερμοκρασία είναι 8 ^{o}C και η ελάχιστη 2 ^{o}C, ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι 25 ^{o}C. Οι βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια του χειμώνα, είναι περισσότερες σε σχέση με την άνοιξη και το καλοκαίρι ενώ ο ξηρότερος μήνας είναι ο Ιούνιος. Από το 2002 έως το 2012 η μέση ετήσια βροχόπτωση ήταν 1150 mm.

Η λεκάνη απορροής του Loire παίζει εξαιρετικά σημαντικό ρόλο στη γεωργία, καθώς εντός αυτής αναπτύσσεται περίπου το 67% της κτηνοτροφίας της Γαλλίας και σχεδόν το 50% της συνολικής παραγωγής δημητριακών της χώρας. Οι αγροτικές περιοχές που βρίσκονται στην υπολεκάνη μελέτης, αποτελούν ένα μεγάλο ποσοστό των αρδεύσιμων περιοχών της λεκάνης απορροής του Loire. Η αστική χρήση νερού είναι ιδιαίτερα υψηλή λόγω των πόλεων Le Mans και Angers (περίπου 148.000 κάτοικοι/πόλη) (Minaudo et al, 2015).



Σχήμα 4.13: Αγροτικές χρήσεις γης Maine

Παρακάτω παρουσιάζονται οι παράμετροι του δείκτη WREI 004 (ανά NUTS 2 αλλά και συγκεντρωτικά) καθώς και τα αποτελέσματα για την υπό μελέτη υπολεκάνη απορροής.

Πίνακας 4.22: Υπολογισμός ποσοστού κατηγορίας CLC που χωρικά ανήκει στην υπολεκάνη μελέτης

	CLC_211			CLC_221		
	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**
FR24	2.021.193,61	454.261,52	**22,47%**	29.598,27	325,79	**1,10%**
FR25	521.613,17	99.463,93	**19,07%**	0,00	0,00	**0,00%**
FR51	1.251.441,74	532.503,07	**42,55%**	39.437,08	138,80	**0,35%**

	CLC_222			CLC_231		
	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**
FR24	8.764,06	1.098,81	**12,54%**	475.205,07	36.968,90	**7,78%**
FR25	484,81	55,17	**11,38%**	837.627,04	137.326,61	**16,39%**
FR51	9.809,67	5.774,06	**58,86%**	833.087,24	450.018,58	**54,02%**

Τα ποσοστά που παρουσιάζονται στον πίνακα 4.22 χρησιμοποιήθηκαν για την προσαρμογή των δεδομένων που αντλήθηκαν από την Eurostat, τα οποία ήταν σε επίπεδο NUTS 2.

Πίνακας 4.23: Δεδομένα καλλιεργούμενων εκτάσεων (ΚΕ) σε ha

CLC_211	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
FR24	1.334.124	1.331.409	1.347.286	299.843,22	299.233,03	302.801,37
FR25	284.906	296.918	302.621	54.327,37	56.617,88	57.705,36
FR51	648.921	668.460	670.486	276.123,46	284.437,54	285.299,62

CLC_221	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
FR24	23.600	22.800	21.730	259,77	250,96	239,18
FR25	0	0	0	0,00	0,00	0,00
FR51	39.450	37.890	35.620	138,84	133,35	125,36

CLC_222	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
FR24	5.500	4.720	4.170	689,57	591,78	522,82
FR25	4.070	5.930	5.730	463,19	674,87	652,11
FR51	10.770	10.400	9.600	6.339,32	6.121,53	5.650,64

CLC_231	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
FR24	237.860	210.500	211.620	18.504,48	16.375,99	16.463,12
FR25	565.020	547.160	500.540	92.633,45	89.705,35	82.062,13
FR51	435.790	435.990	376.590	235.405,84	235.513,87	203.427,07

Πίνακας 4.24: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την κάλυψη γης (ha) στην υπολεκάνη για την περίοδο μελέτης 2004-2012

	2004-2005	2006-2009	2010-2012
CLC_211	630.294,05	640.288,44	645.806,35
CLC_221	398,61	384,31	364,54

	2004-2005	2006-2009	2010-2012
CLC_222	7.492,08	7.388,18	6.825,57
CLC_231	346.543,77	341.595,22	301.952,33

Τα δεδομένα του πίνακα 4.24 είναι αυτά που χρησιμοποιήθηκαν σαν Καλλιεργούμενη Έκταση για τον υπολογισμό του δείκτη.

Πίνακας 4.25: Δεδομένα αρδευόμενων εκτάσεων (ΑΕ) σε ha

CLC_211	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
FR24	192.134	191.743	194.030	43.182,06	43.094,18	43.608,08
FR25	2.547	2.654	2.705	485,61	506,08	515,80
FR51	20.208	20.817	20.880	8.598,92	8.857,84	8.884,68

CLC_221	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
FR24	0	0	0	0,00	0,00	0,00
FR25	0	0	0	0,00	0,00	0,00
FR51	0	0	0	0,00	0,00	0,00

CLC_222	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
FR24	396	340	300	49,61	42,57	37,61
FR25	14	21	20	1,62	2,36	2,28
FR51	482	466	430	283,95	274,19	253,10

CLC_231	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
FR24	1.034	915	920	80,45	71,19	71,57
FR25	79	77	70	12,95	12,55	11,48
FR51	3.078	3.080	2.660	1.662,76	1.663,53	1.436,88

Πίνακας 4.26: : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τις αρδευόμενες εκτάσεις (ha) στην υπολεκάνη για την περίοδο μελέτης 2004-2012

	2004-2005	2006-2009	2010-2012
CLC_211	52.266,59	52.458,10	53.008,56
CLC_221	0,00	0,00	0,00
CLC_222	335,17	319,12	292,99
CLC_231	1.756,16	1.747,26	1.519,93

Στην συγκεκριμένη υπολεκάνη η περίοδος μελέτης διαφοροποιείται καθώς δεν υπάρχουν οικονομικά δεδομένα για τα έτη 2002 και 2003. Παρ' όλα αυτά μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα, καθώς η διάρκεια των 9 ετών θεωρείται ικανοποιητική.

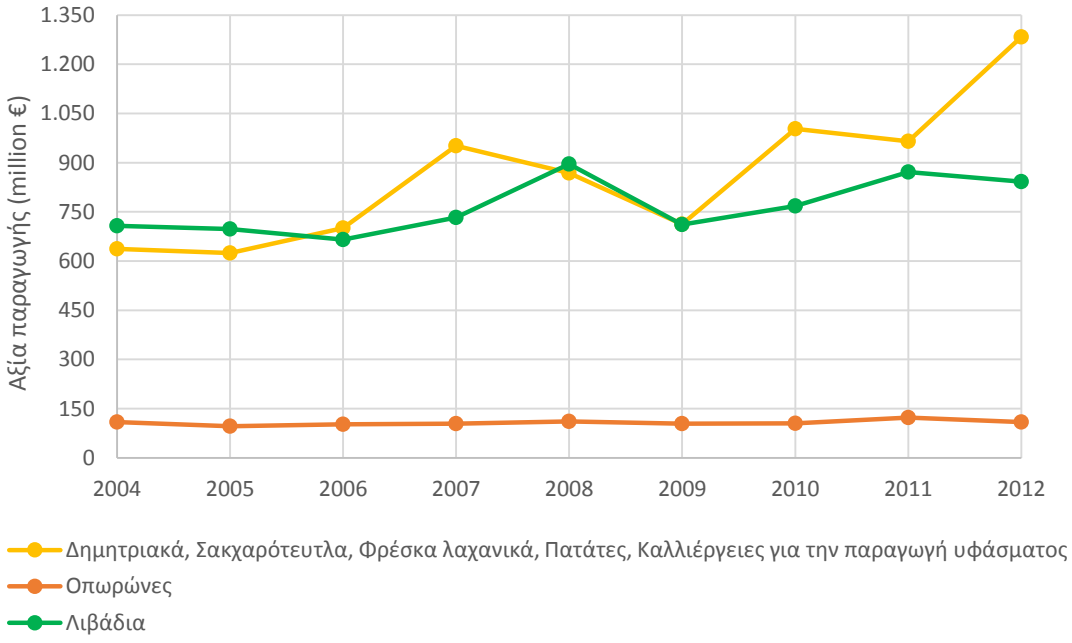
Και σε αυτή την υπολεκάνη, το μεγαλύτερο ποσοστό καλλιεργήσιμης και αρδευόμενης έκτασης καλύπτεται από δημητριακά. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα για τους αμπελώνες της περιοχής, οι οποίοι επειδή δεν αρδεύονται δεν συμβάλουν στον υπολογισμό του δείκτη αφού οι απολήψεις για την κάλυψη των αναγκών τους είναι μηδενικέ.

Πίνακας 4.27: Αξία παραγωγής καλλιεργειών σε εκατομμύρια €

CLC_211	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
	637,35	624,58	700,43	951,50	868,08
	2009	**2010**	**2011**	**2012**	
	712,46	1.003,56	965,31	1.283,31	

CLC_222	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
	108,91	96,42	102,54	104,06	111,02
	2009	**2010**	**2011**	**2012**	
	103,77	105,25	123,08	109,32	

CLC_231	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
	707,42	697,11	665,56	732,35	895,64
	2009	**2010**	**2011**	**2012**	
	710,80	767,62	871,18	841,66	

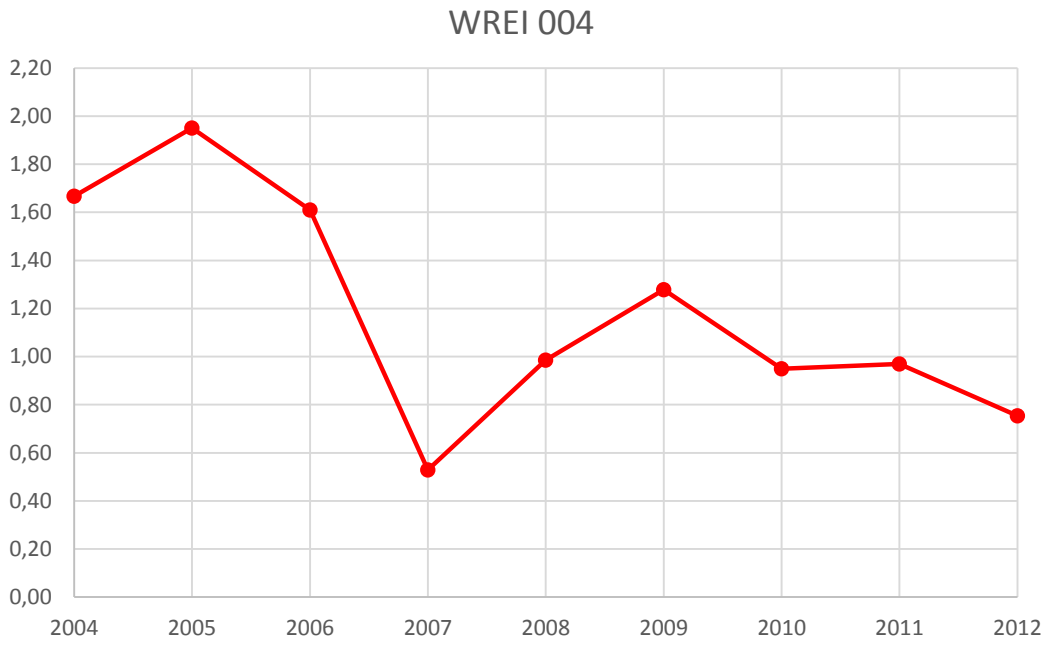


Σχήμα 4.14: Διακύμανση αξίας παραγωγής για τα αγροτικά προϊόντα της υπολεκάνης

Τα δεδομένα για τον υπολογισμό του δείκτη WREI 004 αντλήθηκαν από τους πίνακες 4.24, 4.26 και 4.27. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα σχετικά με την άντληση υδάτων για γεωργικού σκοπούς.

Πίνακας 4.28: Δείκτης WREI 004 για την υπολεκάνη Maine

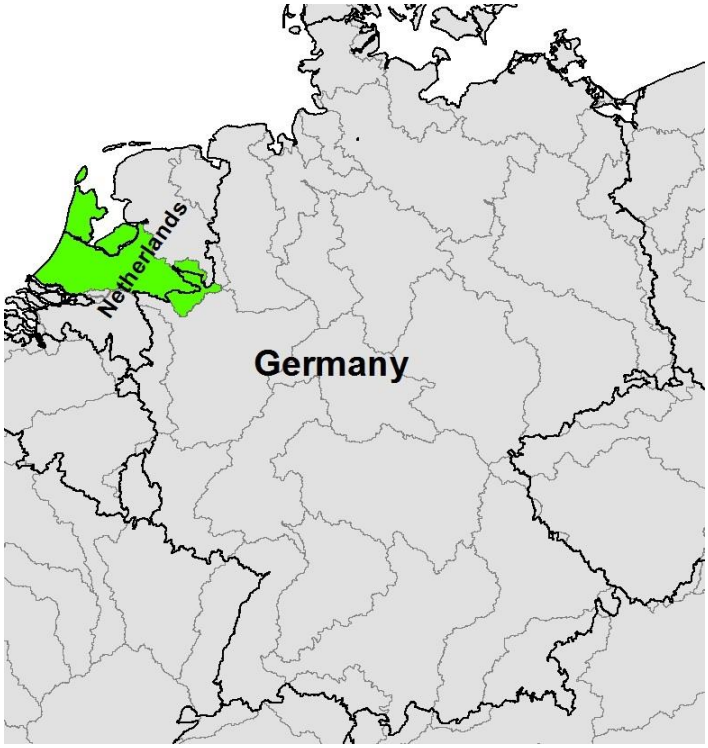
WREI 004				
2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
1,668	1,951	1,609	0,528	0,985
2009	**2010**	**2011**	**2012**	
1,278	0,950	0,970	0,754	



Σχήμα 4.15: Διακύμανση δείκτη WREI 004

Οι διαφορές στο δείκτη, όταν εξετάζεται ένας χρονικός ορίζοντας 9 ετών όπου δεν υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις στη χρήση γης, βασίζονται κυρίως στις απολήψεις υδάτων για γεωργικούς σκοπούς. Για το λόγο αυτό η ψηλότερη τιμή του δείκτη εμφανίζεται το 2005 (1,951) όπου οι απολήψεις ήταν περισσότερες από 127 hm^3, ενώ η μικρότερη το 2007 (0,528) όπου οι απολήψεις ήταν 50 hm^3. Εξετάζοντας τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής για τα έτη μελέτης παρατηρούμε ότι οι βροχοπτώσεις το 2005 ήταν οι μικρότερες που παρατηρήθηκαν μέσα σε αυτό το χρονικό πλαίσιο, οπότε από τη στιγμή που η διαφοροποίηση στη χρήση γης είναι ελάχιστη, είναι λογικό οι απολήψεις να είναι οι μέγιστες.

4.6 Υπολεκάνη 414 – Ολλανδία - Γερμανία – Rhine coastal: Lek

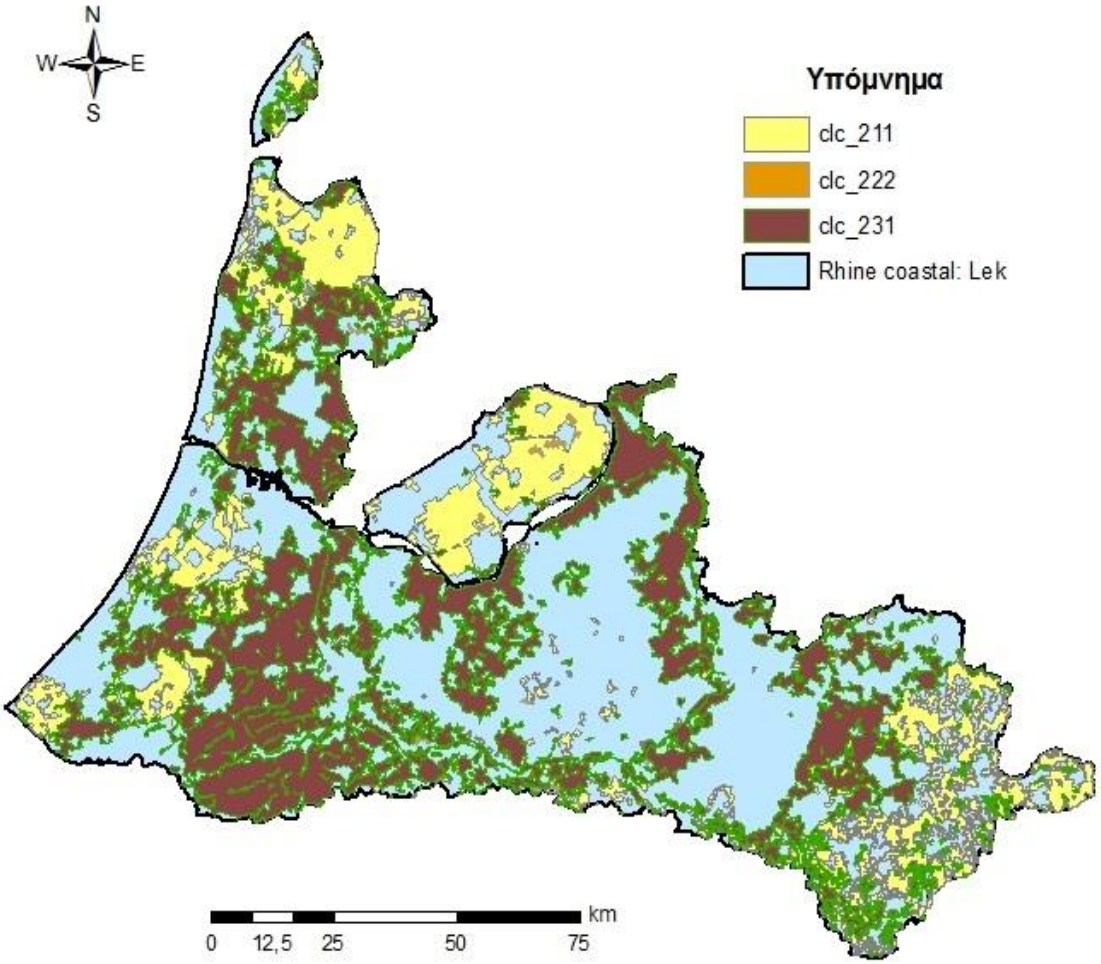


Σχήμα 4.16: Περιοχή υπολεκάνης απορροής Rhine coastal: Lek

Η λεκάνη του ποταμού Lek, που βρίσκεται στην κεντρική Ολλανδία και καταλαμβάνει και μικρό μέρος της δυτικής Γερμανίας, έχει έκταση ίση με 13.500 km^2. Το μήκος του ποταμού είναι περίπου 60 km, και αποτελεί συνέχεια της ολλανδικής πλευράς του Ρήνου. Η μεγαλύτερη πόλη από την οποία διέρχεται ο ποταμός είναι το Nieuwegein, το οποίο αριθμεί 61.000 κατοίκους. Το κλίμα της περιοχής είναι ήπιο, και γενικά εύκρατο ενώ ακόμα και τους ξηρούς μήνες, υπάρχει αρκετή βροχή. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 9-10 ^oC και η μέση ετήσια καταγεγραμμένη βροχόπτωση για την περίοδο μελέτης 2002-2012 ήταν 975 mm.

Η οικολογική κατάσταση των περισσότερων επιφανειακών υδάτων της Ολλανδίας δεν θεωρείται καλή λόγω των απορρίψεων αζώτου (N) και φωσφόρου (P) από τη γεωργία, τη βιομηχανία και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, παρ’ όλο που οι απορρίψεις λόγω των δύο τελευταίων έχουν μειωθεί αισθητά από το 1980 και μετά. Η γεωργική γη καλύπτει περισσότερο από το 60% της συνολικής επιφάνειας της χώρας, και το μεγαλύτερο μέρος αυτής διαχειρίζεται εντατικά αι περιλαμβάνει ένα πυκνό δίκτυο από τάφρους, ποτάμια μικρής έκτασης και λίμνες. Κατά μέσο όρο τα επίπεδα των υπογείων υδάτων θεωρούνται πολύ μειωμένα. Η κτηνοτροφία, η παραγωγή ζωικών αποβλήτων και οι καλλιέργειες

δημητριακών, πατάτας, ζαχαρότευτλων και λαχανικών θεωρούνται από τις υψηλότερες όλων των κρατών της ΕΕ (Oenema et al, 2004).



Σχήμα 4.17: Αγροτικές χρήσεις γης Rhine Coastal: Lek

Στην συνέχεια εμφανίζονται οι παράμετροι του δείκτη WREI 004 (ανά NUTS 2 αλλά και συγκεντρωτικά) καθώς και τα αποτελέσματα για την υπό μελέτη λεκάνη απορροής του Lek.

Πίνακας 4.29: Υπολογισμός ποσοστού κατηγορίας CLC που χωρικά ανήκει στην υπολεκάνη μελέτης

	CLC_211			CLC_222		
	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**
NL21	19.942,01	1.301,52	**6,53%**	0,00	0,00	**0,00%**
NL22	21.075,23	15.179,10	**72,02%**	1.956,16	918,50	**46,95%**
NL23	88.642,30	88.642,30	**100,00%**	2.158,13	2.158,13	**100,00%**
NL31	1.172,84	1.165,09	**99,34%**	648,03	648,03	**100,00%**
NL32	68.981,74	68.899,63	**99,88%**	389,11	389,11	**100,00%**
NL33	82.828,90	28.943,96	**34,94%**	129,40	15,23	**11,77%**
DEA	1.363.377,99	74.387,77	**5,46%**	2.189,95	0,00	**0,00%**

	CLC_231		
	NUTS 2	Υπολεκάνη	**Ποσοστό**
NL21	166.612,67	24.324,16	**14,60%**
NL22	164.722,63	128.283,14	**77,88%**
NL23	3.978,94	3.978,94	**100,00%**
NL31	77.276,33	77.247,50	**99,96%**
NL32	80.781,31	80.371,82	**99,49%**
NL33	92.167,65	85.823,75	**93,12%**
DEA	345.324,33	18.544,84	**5,37%**

Τα ποσοστά που εμφανίζονται στον πίνακα 4.29 χρησιμοποιήθηκαν για την προσαρμογή των δεδομένων που αντλήθηκαν από τη Eurostat, τα οποία ήταν σε επίπεδο NUTS 2.

Πίνακας 4.30: Δεδομένα καλλιεργούμενων εκτάσεων (ΚΕ) σε ha

CLC_211	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
NL21	18.089	16.755	15.038	1.180,59	1.093,52	981,46
NL22	23.937	24.208	23.505	17.240,25	17.435,43	16.929,11
NL23	55.363	55.939	54.347	55.363,00	55.939,00	54.347,00
NL31	1.250	1.350	968	1.241,75	1.341,09	961,61
NL32	28.694	27.994	27.536	28.659,84	27.960,68	27.503,22
NL33	35.293	35.669	34.848	12.332,88	12.464,27	12.177,38
DEA	774.906	756.996	754.332	42.279,93	41.302,74	41.157,39

CLC_222	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
NL21	110	120	90	0,00	0,00	0,00
NL22	5.220	5.290	5.200	2.451,02	2.483,88	2.441,62
NL23	1.420	1.400	1.420	1.420,00	1.400,00	1.420,00
NL31	1.730	1.810	1.920	1.730,00	1.810,00	1.920,00
NL32	940	930	890	940,00	930,00	890,00
NL33	1.090	1.120	1.020	128,31	131,84	120,07
DEA	3.700	3.620	3.880	0,00	0,00	0,00

CLC_231	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
NL21	118.530	125.110	122.720	17.304,46	18.265,09	17.916,17
NL22	131.700	139.010	137.720	102.565,68	108.258,59	107.253,96
NL23	4.620	5.570	5.790	4.620,00	5.570,00	5.790,00
NL31	53.230	54.310	50.590	53.210,14	54.289,74	50.571,13
NL32	51.780	52.780	50.600	51.517,52	52.512,45	50.343,50
NL33	70.050	70.490	65.900	65.228,45	65.638,17	61.364,10
DEA	420.800	410.830	365.030	22.598,09	22.062,68	19.603,09

Πίνακας 4.31: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την κάλυψη γης (ha) στην υπολεκάνη για την περίοδο μελέτης 2002-2012

	2005	2006-2009	2010-2012
CLC_211	158.298,24	157.536,73	154.057,17
CLC_222	6.669,32	6.755,72	6.791,69
CLC_231	317.044,36	326.596,71	312.841,95

Τα δεδομένα του πίνακα 4.31 είναι αυτά που χρησιμοποιήθηκαν σαν Καλλιεργούμενη Έκταση για τον υπολογισμό του δείκτη.

Πίνακας 4.32: Δεδομένα αρδευόμενων εκτάσεων (ΑΕ) σε ha

CLC_211	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
NL21	613	568	510	40,04	37,09	33,29
NL22	1.074	1.087	1.055	773,81	782,57	759,85
NL23	9.306	9.403	9.135	9.305,78	9.402,59	9.135,00
NL31	0	0	0	0,00	0,00	0,00
NL32	1.589	1.550	1.525	1.587,24	1.548,52	1.523,18
NL33	4.066	4.110	4.015	1.420,93	1.436,07	1.403,01
DEA	16.344	15.966	15.910	891,75	871,14	868,07

CLC_222	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
NL21	12,22	13,33	10,00	0,00	0,00	0,00
NL22	331,27	335,71	330,00	155,55	157,63	154,95
NL23	50,00	49,30	50,00	50,00	49,30	50,00
NL31	108,13	113,13	120,00	108,13	113,13	120,00
NL32	52,81	52,25	50,00	52,81	52,25	50,00
NL33	53,43	54,90	50,00	6,29	6,46	5,89
DEA	133,51	130,62	140,00	0,00	0,00	0,00

CLC_231	Δεδομένα από Eurostat			Προσαρμοσμένα δεδομένα		
	2005	2007	2010	2005	2007	2010
NL21	3.477	3.670	3.600	507,63	535,81	525,57
NL22	4.370	4.613	4.570	3.403,46	3.592,37	3.559,04
NL23	176	212	220	175,54	211,64	220,00
NL31	694	709	660	694,18	708,27	659,75
NL32	573	584	560	570,15	581,17	557,16
NL33	478	481	450	445,41	448,21	419,03
DEA	1.141	1.114	990	61,29	59,84	53,17

Πίνακας 4.33: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τις αρδευόμενες εκτάσεις (ha) στην υπολεκάνη για την περίοδο μελέτης 2002-2012

	2005	2006-2009	2010-2012
CLC_211	14.019,544	14.077,976	13.722,401
CLC_222	372,77	378,76	380,83
CLC_231	5.857,68	6.137,30	5.993,72

Τα δεδομένα του πίνακα 4.33 είναι αυτά που χρησιμοποιήθηκαν σαν Αρδευόμενη Έκταση για τον υπολογισμό του δείκτη.

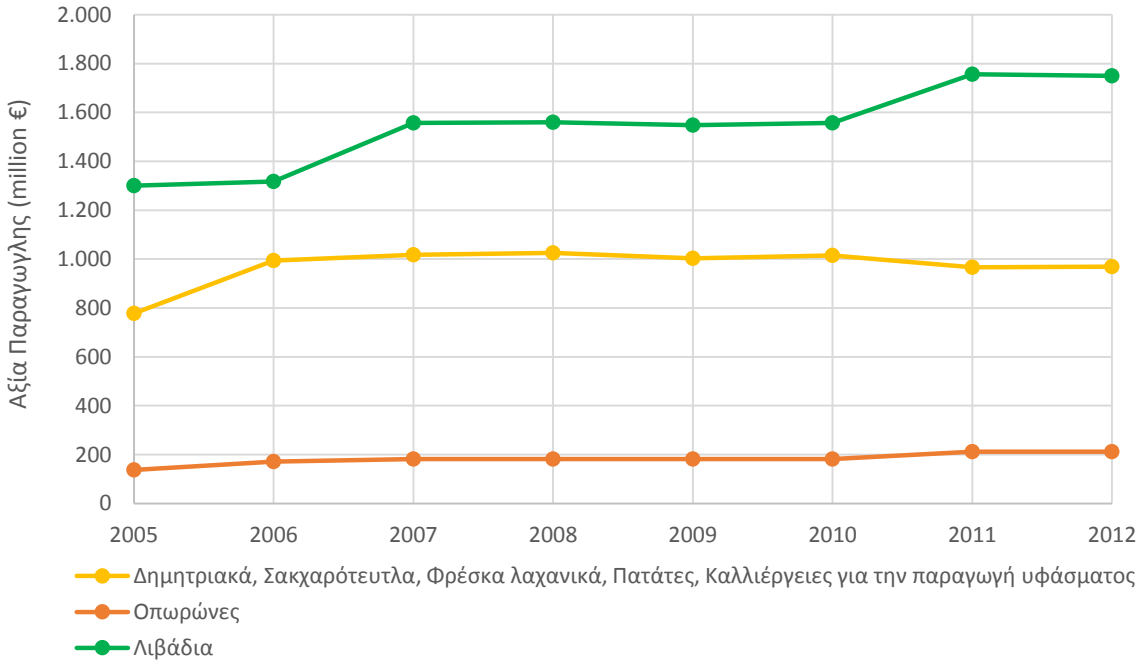
Όπως φαίνεται από του πίνακες 4.31 και 4.33, αν και τα λιβάδια (CLC_231) καταλαμβάνουν αρκετά μεγαλύτερες εκτάσεις, μόλις το 2% των εκτάσεων αυτών αρδεύεται καθώς και δεν υπάρχουν πολύ υψηλές υδατικές απαιτήσεις και μεγάλο μέρος αυτών καλύπτεται από τα κατακρημνίσματα.

Πίνακας 4.34: Αξία παραγωγής καλλιεργειών σε εκατομμύρια €

CLC_211	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
	778,512	993,394	1.017,914	1.025,406
	2009	**2010**	**2011**	**2012**
	1.003,376	1.015,371	966,067	969,062

CLC_222	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
	137,289	171,092	182,332	182,332
	2009	**2010**	**2011**	**2012**
	182,332	182,332	212,141	212,141

CLC_231	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
	1.300,986	1.318,056	1.556,554	1.559,312
	2009	**2010**	**2011**	**2012**
	1.548,290	1.557,079	1.755,821	1.750,316

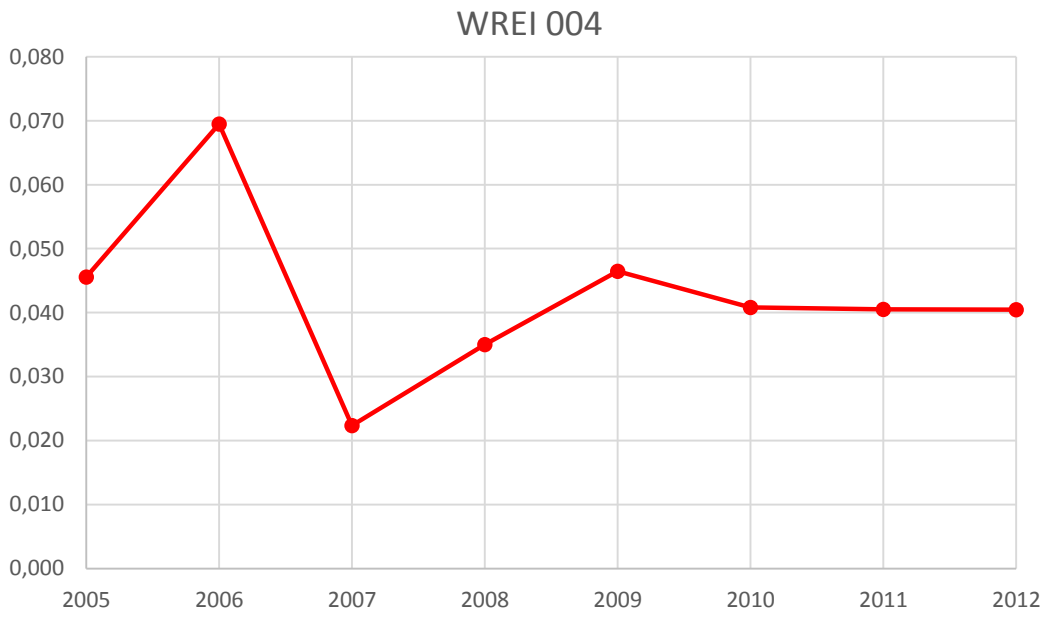


Σχήμα 4.18: Διακύμανση αξίας παραγωγής

Παίρνοντας ως παραμέτρους για τον υπολογισμό του δείκτη τα συγκεντρωτικά δεδομένα των πινάκων 4.31, 4.33 και 4.34 καθώς και τη συνολική άντληση υδάτων για γεωργικούς λόγους εξάγουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 4.35: Δείκτης WREI 004 για την υπολεκάνη Rhine coastal: Lek

WREI 004			
2005	**2006**	**2007**	**2008**
0,046	0,069	0,022	0,035
2009	**2010**	**2011**	**2012**
0,046	0,041	0,040	0,040



Σχήμα 4.19: Διακύμανση δείκτη WREI 004

Οι τιμές του δείκτη θεωρούνται χαμηλές παρά τις ενδείξεις που υπάρχουν σχετικά με την άντληση υδάτων στην λεκάνη του ποταμού Lek, αλλά και συνολικά στην Ολλανδία. Η γεωργία, μπορεί να είναι ο κύριος αλλά, δεν είναι ο μοναδικός παράγοντας που επηρεάζει τα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα. Η μέθοδος υπολογισμού του συγκεκριμένου δείκτη αφορά την ποσότητα και όχι την ποιότητα, που μοιάζει να είναι και το μείζον πρόβλημα σε αυτή την περιοχή. Παρ' όλα αυτά μοιάζει να υπάρχει μια σταθεροποίηση από το 2009 και μετά (και μάλιστα σε τιμές του δείκτη μικρότερες από τη μέγιστη που εμφανίστηκε το 2006), κάτι που μπορεί να υποδεικνύει (σε συνδυασμό με την αύξηση της αξίας παραγωγής για την ίδια περίοδο) ότι έχει βρεθεί ένας τρόπος μεγιστοποίησης του κέρδους σε συνδυασμό με μειωμένες υδατικές απολήψεις.

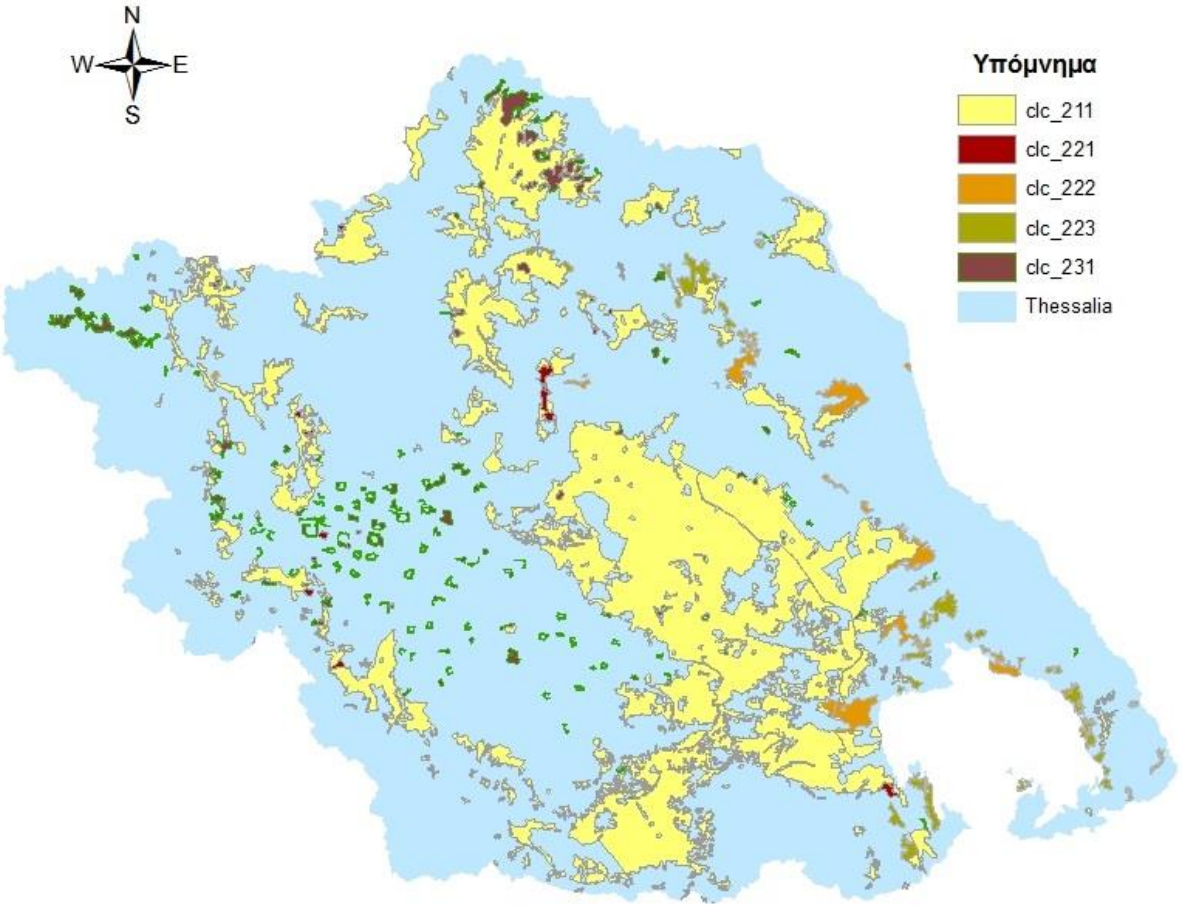
4.7 Υπολεκάνη 517 – Ελλάδα – Thessalia

Σχήμα 4.20: Περιοχή λεκάνης απορροής Thessalia

Η λεκάνη απορροής της Θεσσαλίας βρίσκεται στην κεντρική ηπειρωτική Ελλάδα και καταλαμβάνει έκταση ίση με 13.100 km^2. Τα ορεινά τμήματα του διαμερίσματος εκτείνονται περιμετρικά, ενώ οι κεντρικές περιοχές σχηματίζουν το Θεσσαλικό κάμπο. Ο Πηνειός με τους παραποτάμους του είναι ο μόνος μεγάλης ροής ποταμός που διαρρέει το εν λόγω υδατικό διαμέρισμα. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 16 ως 17°C. Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος ξεπερνά τους 22°C. Οι πιο θερμοί μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος και οι πιο ψυχροί ο Ιανουάριος, ο Φεβρουάριος και ο Δεκέμβριος. Οι παγετοί είναι συχνοί και εμφανίζονται κατά την περίοδο Νοεμβρίου - Απριλίου. Το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στο διαμέρισμα είναι σχετικά μεγάλο στα δυτικά, στη συνέχεια μειώνεται στο πεδινό τμήμα και αυξάνεται πάλι στο ορεινό ανατολικό τμήμα. Η μέση ετήσια καταγεγραμμένη βροχόπτωση για την περίοδο μελέτης 2002-2012 ήταν 550 mm (Κ/ΞΙΑ Διαχείρισης Υδάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, 2011).

Η σημαντικότερη δραστηριότητα της περιοχής είναι η γεωργία, η οποία αποτελεί σημαντικό κομμάτι της γεωργίας όλης της χώρας. Για το λόγο αυτό, η χρήση νερού για άρδευση φτάνει το 90,8%. Για την εξυπηρέτηση των αρδευτικών αναγκών έχουν πραγματοποιηθεί πολλά έργα στην περιοχή, όπως ταμιευτήρες, εκτροπή ποταμών από το γειτονικό υδατικό διαμέρισμα της Δυτικής Στερεάς Ελλάδας. Ακόμη, σημαντικό έργο αποτελεί η επανασύσταση

της λίμνης Κάρλας, η οποία αποσκοπεί στην ενίσχυση της άρδευσης, την αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής καθώς και την προστασία και αποκατάσταση του υπόγειου υδροφορέα. Η απαίτηση νερού για αστική χρήση φτάνει το 6.8% και περιλαμβάνει και τις απαιτήσεις του τουρισμού της περιοχής. Η κτηνοτροφία καταναλώνει μόλις το 1% ενώ η βιομηχανία, η οποία ειδικεύεται στη μεταλλουργική βιομηχανία, καταναλώνει το 1.4% του νερού (Σούρλα, 2015).



Σχήμα 4.21: Αγροτικές χρήσεις γης Θεσσαλίας

Η συγκεκριμένη απεικόνιση ίσως να μην είναι ιδιαίτερα παραστατική, τουλάχιστον σε σχέση με την συνολική χρήση γης της περιοχής, αλλά και σε σύγκριση με την κάλυψη στις υπόλοιπες υπολεκάνες μελέτη. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι τα δεδομένα για το CORINE Land Cover 2006 δεν περιλαμβάνουν την Ελλάδα. Για το λόγο αυτό, σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιήθηκε το CORINE 2000[5], αποκλειστικά για την απεικόνιση και όχι για την παραγωγή αποτελεσμάτων

[5] Πηγή: http://geodata.gov.gr/geodata/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=16&sobi2Id=54&Itemid=

Παρακάτω παρουσιάζονται οι παράμετροι του δείκτη WREI 004 καθώς και τα αποτελέσματα για την υπό μελέτη λεκάνη της Θεσσαλίας. Η συγκεκριμένη είναι η μοναδική που αντιστοιχεί μόνο σε ένα NUTS 2, οπότε δεν χρειαζόταν η μετατροπή σε δεδομένα υπολεκάνης.

Πίνακας 4.36: Δεδομένα καλλιεργούμενων εκτάσεων (ΚΕ) σε ha

CLC_211	Δεδομένα από Eurostat		
	2005	2007	2010
EL14	199.665	212.483	201.691

CLC_221	Δεδομένα από Eurostat		
	2005	2007	2010
EL14	4.910	6.020	4.190

CLC_222	Δεδομένα από Eurostat		
	2005	2007	2010
EL14	18.660	20.260	15.440

CLC_223	Δεδομένα από Eurostat		
	2005	2007	2010
EL14	27.950	35.100	27.350

CLC_231	Δεδομένα από Eurostat		
	2005	2007	2010
EL14	28.100	13.770	21.600

Πίνακας 4.37: Δεδομένα αρδευόμενων εκτάσεων (ΑΕ) σε ha

CLC_211	Δεδομένα από Eurostat		
	2005	2007	2010
EL14	22.194,79	23.619,64	22.420,00

CLC_221	Δεδομένα από Eurostat		
	2005	2007	2010
EL14	4.722,51	5.790,12	4.030,00

CLC_222	Δεδομένα από Eurostat		
	2005	2007	2010
EL14	12.701,85	13.790,97	10.510,00

CLC_223	Δεδομένα από Eurostat		
	2005	2007	2010
EL14	9.003,27	11.306,44	8.810,00

CLC_231	Δεδομένα από Eurostat		
	2005	2007	2010
EL14	18.720,32	9.173,63	14.390,00

Τα δεδομένα των πινάκων 4.36 και 4.37 είναι αυτά που χρησιμοποιήθηκαν σαν Καλλιεργούμενη Έκταση και Αρδευόμενη Έκταση αντίστοιχα.

Πίνακας 4.38: Αξία παραγωγής καλλιεργειών σε εκατομμύρια €

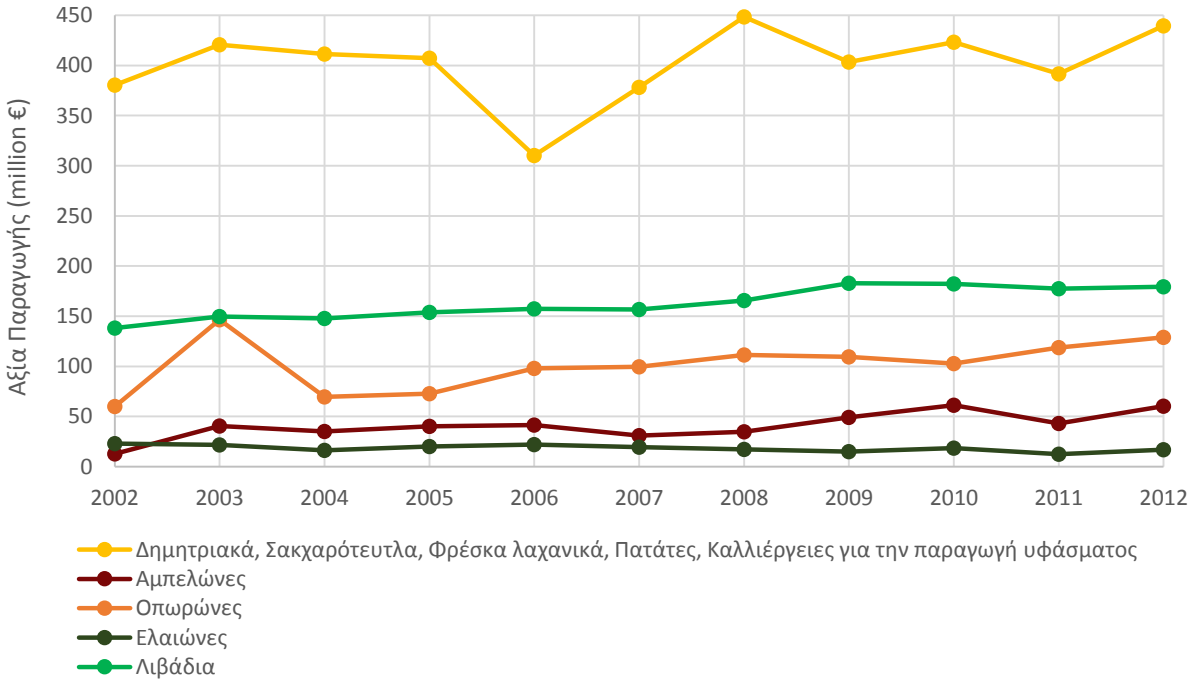
CLC_211	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
	380,582	420,582	411,259	407,229	310,154	378,137
	2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	
	448,298	403,454	423,270	391,628	439,386	

CLC_221	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
	12,810	40,520	34,980	40,210	41,460	30,960
	2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	
	34,650	49,030	61,160	42,920	60,350	

CLC_222	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
	59,940	146,310	69,580	72,660	98,040	99,480
	2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	
	111,370	109,510	102,610	118,720	128,860	

CLC_223	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
	22,930	21,600	16,140	20,180	21,980	19,350
	2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	
	17,180	14,880	18,360	12,240	16,830	

CLC_231	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
	138,050	149,500	147,870	153,820	157,300	156,570
	2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	
	165,750	182,940	182,220	177,460	179,260	



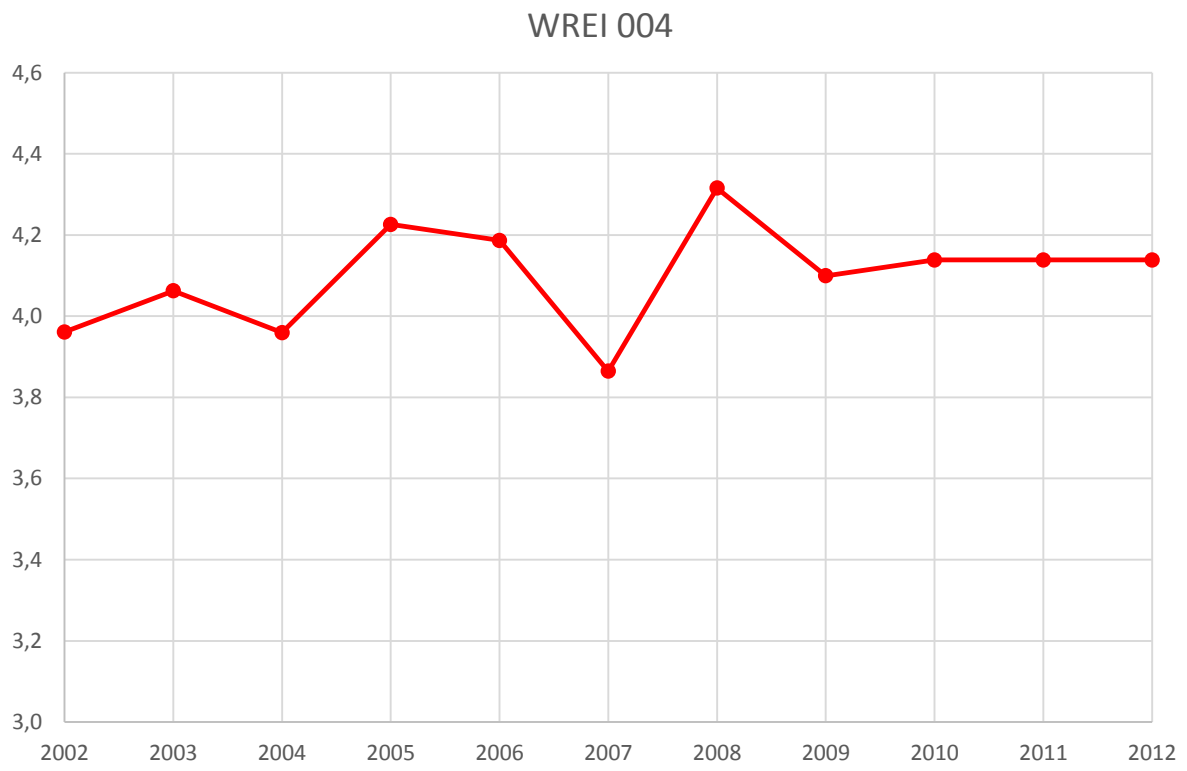
Σχήμα 4.22: Διακύμανση αξίας παραγωγής για τα αγροτικά προϊόντα της υπολεκάνης

Από το σχήμα 4.22 φαίνεται ότι τον πιο σημαντικό ρόλο στην αγροτική οικονομία της Θεσσαλίας παίζουν τα δημητριακά, η κτηνοτροφία και οι οπωρώνες. Η περιοχή είναι επίσης γνωστή για τις μεγάλες καλλιέργειες βαμβακιού, που σύμφωνα με τα δεδομένα της Eurostat το 2012 ήταν περίπου 77.000 ha, δυστυχώς όμως δεν υπάρχουν δεδομένα ούτε για τις εκτάσεις οι οποίες αρδεύονται ούτε η αξία παραγωγής με βάση την τιμή του παραγωγού.

Παίρνοντας ως παραμέτρους για τον υπολογισμό του δείκτη τα συγκεντρωτικά δεδομένα των πινάκων 4.36, 4.37 και 4.38 καθώς και τη συνολική άντληση υδάτων για γεωργικούς λόγους εξάγουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 4.39: Δείκτης WREI 004 για την υπολεκάνη Thessalia

WREI 004					
2002	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
3,9610	4,0623	3,9595	4,2263	4,1867	3,8646
2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	
4,3155	4,0997	4,1385	4,1385	4,1385	



Σχήμα 4.23: Διακύμανση δείκτη WREI 004

Παρατηρείται ότι ο δείκτης παραμένει σχετικά σταθερός. Παρά το ότι η περιοχή παρουσιάζει αρκετά προβλήματα σχετικά με τους διαθέσιμους υδατικούς πόρους, οι απολήψεις δεν

παύουν να είναι υψηλές και το 2012 πλησίασαν τα 900 hm^3, ενώ η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε το 2008 με 933 hm^3.

4.8 Σύγκριση αποτελεσμάτων

Πίνακας 4.40: Μέσες τιμές δείκτη WREI 004 για την κάθε υπολεκάνη για την περίοδο μελέτης 2002-2012, με τις αντίστοιχες απολήψεις και την αξία παραγωγής

Χώρα	**Ηνωμένο Βασίλειο**	**Γερμανία**	**Ισπανία**	**Γαλλία**	**Ολλανδία**	**Ελλάδα**
Υπολεκάνη	Anglian	Danube main - Upper	Ebro main - Medium - Gallego	Maine	Rhine coastal: Lek	Thessalia
WREI 004	0,0195	0,000002	8,451	1,188	0,0426	4,099
Υδατικές απολήψεις (hm^3)	1,329	0,0000102	802,23	96,699	5,980	887,17
Αξία παραγωγής (h€)	2.191	1.296	427	1.733	2.697	725

Στην παρούσα ενότητα γίνεται μία προσπάθεια σύγκρισης των μέσων όρων των αποτελεσμάτων. Η αξία παραγωγής και οι ετήσιες υδατικές απολήψεις για γεωργικούς σκοπούς θεωρήθηκαν τα πιο σημαντικά δεδομένα καθώς το ποσοστό των αρδευόμενων καλλιεργειών, αφορά κάθε καλλιέργεια ξεχωριστά και δεν μπορεί να γενικευτεί.

Αρχικά, παρατηρούμε ότι οι μεγαλύτερες τιμές του δείκτη παρουσιάζονται στις υπολεκάνες στις οποίες έχουμε τις περισσότερες υδατικές απολήψεις, δηλαδή στην Ισπανία και στην Ελλάδα. Στην υπολεκάνη τις Θεσσαλίας οι υδατικές απολήψεις είναι περίπου 10% παραπάνω από αυτές τις Ισπανίας, όμως η αξία παραγωγής είναι 70% μεγαλύτερη.

Ο δείκτης στην υπολεκάνη της Γερμανίας είναι σχεδόν μηδενικός, και αυτό δικαιολογείται από τις ελάχιστες απολήψεις κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης. Παρά όμως τις εξαιρετικά χαμηλές τιμές του δείκτη, η αξία παραγωγής για τις καλλιέργειες που έχουν μελετηθεί είναι αρκετά υψηλή. Η περιοχή διακρίνεται από υψηλές βροχοπτώσεις και απολήψεις πραγματοποιούνται μόνο κατά τη διάρκεια τω καλοκαιρινών μηνών, δείγμα του ότι το νερό που προέρχεται από τις βροχοπτώσεις, αποθηκεύεται και αξιοποιείται όποτε οι υδατικές ανάγκες ξεπερνούν τα διαθέσιμα αποθέματα.

Οι τιμές του δείκτη είναι εξαιρετικά χαμηλές στις υπολεκάνες της Ολλανδίας και της Αγγλίας. Παρ’ όλα αυτά αν συγκρίνουμε μόνο αυτές τις 2 υπολεκάνες, χωρίς να λάβουμε υπόψιν τις

τιμές των υπολοίπων παρατηρούμε ότι ο δείκτης είναι υπερδιπλάσιος στην Ολλανδία, οι απολήψεις υπερτετραπλάσιες και η αξία παραγωγής δεν είναι ανάλογα υψηλή (μόλις κατά 20% αυξημένη). Οι αυξημένες απολήψεις, δικαιολογούνται ως ένα βαθμό από το γεγονός ότι οι βροχοπτώσεις στην υπολεκάνη της Ολλανδία ήταν λιγότερες σε σχέση με αυτές της Αγγλίας κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης.

Η υπολεκάνη της Γαλλίας αποτελεί μια μέση κατάσταση όπου οι απολήψεις είναι σχετικά υψηλές, η αξία παραγωγής όμως θεωρείται ικανοποιητική και οι τιμές του δείκτη δεν είναι ούτε πολύ χαμηλές, ούτε υψηλές όπως στις περιοχές της Μεσογείου.

Κεφάλαιο 5

5. Συμπεράσματα – Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

5.1 Συμπεράσματα

Ο υπολογισμός του δείκτη WREI 004 σε 6 υπολεκάνες της Ευρώπης είχε σαν αποτέλεσμα την εξαγωγή κάποιων χρήσιμων συμπερασμάτων, κυρίως σχετικά με τις απολήψεις υδάτων για γεωργικούς σκοπούς και τη διαφοροποίηση που υπάρχει ανάλογα με το κλίμα της κάθε μίας.

- Για τον υπολογισμό του δείκτη είναι πολύ σημαντική η διαθεσιμότητα των επιμέρους δεδομένων, καθώς όπως είναι φυσιολογικό παίζουν σημαντικό ρόλο. Η έλλειψη κάποιων δεδομένων περιορίζει σε μεγάλο βαθμό τη χρησιμότητα του δείκτη και την ασφαλή εξαγωγή συμπερασμάτων.

- Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας ήταν η αντιστοιχία μεταξύ των κατηγοριών του CORINE Land Cover και των καλλιεργειών. Η αντιστοιχία αυτή ήταν απαραίτητη καθώς μέσα στο δείκτη υπάρχουν οι όροι "Αρδευόμενη Έκταση" και "Αξία Παραγωγής με βάση την τιμή του παραγωγού", τους οποίους το CORINE δεν περιλαμβάνει, σε αντίθεση με την κάλυψη γης. Για τον λόγο αυτό, πραγματοποιήθηκε η αντιστοιχία που περιγράφεται στον πίνακα 3.1. Οι καλλιέργειες αυτές, είναι εκείνες για τις οποίες υπήρχαν διαθέσιμα όλα τα δεδομένα των επιμέρους παραγόντων του δείκτη από την Eurostat. Με αυτόν τρόπο, έμειναν εκτός υπολογισμού σημαντικές καλλιέργειες για την περιοχή, όπως οι καλλιέργειες ηλίανθων στην Ισπανία, κάποιες ριζώδεις καλλιέργειες στη Γαλλία και το βαμβάκι στην Ελλάδα.

- Σημαντικές ελλείψεις δεδομένων υπήρχαν και στην "Αρδευόμενη Έκταση". Συγκεκριμένα, η Eurostat παρέχει δεδομένα μόνο για το 2010. Για το λόγο αυτό, υπολογίστηκε το ποσοστό άρδευσης καλλιεργειών για το συγκεκριμένο έτος, και έγινε η απαραίτητη αναγωγή, με τη χρήση του ποσοστού αυτού, και για τα υπόλοιπα έτη.

- Η έλλειψη στοιχείων στην "Αξία Παραγωγής" δυσκολεύει τη σύγκριση μεταξύ των υπολεκανών τουλάχιστον για όλη την διάρκεια της περιόδου μελέτης. Για τη Γαλλία και την Ολλανδία οι ελλείψεις αφορούν τα πρώτα 2 και 3 έτη αντίστοιχα, ενώ το μεγαλύτερο μειονέκτημα είναι η παρουσία δεδομένων για την Ισπανία μόνο για 2 έτη (2010 και 2011).

Η σημαντικότητα έγκειται στο γεγονός ότι ο δείκτης παρουσιάζει τις μεγαλύτερες τιμές στην υπολεκάνη της Ισπανία, οι οποίες και είναι σχεδόν διπλάσιες από αυτές της Ελλάδας.

- Μεγάλο ρόλο στον υπολογισμό έχουν οι απολήψεις υδάτων. Όσο περισσότερες είναι τόσο περισσότερο αυξάνεται ο δείκτης. Αυτό οφείλεται στο ότι στον παρονομαστή του δείκτη βρίσκονται δύο μεγέθη ("Καλλιεργούμενη Έκταση", "Καλλιεργούμενη Έκταση") των οποίων η διακύμανση μέσα στην περίοδο μελέτης είναι ελάχιστη και συνεπώς δεν επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τα αποτελέσματα.
- Οι τιμές του δείκτη WREI 004 είναι ιδιαιτέρως χαμηλές σε περιοχές όπου οι βροχοπτώσεις είναι αυξημένες. Απαραίτητη προϋπόθεση για να συμβεί αυτό είναι το νερό που προέρχεται από βροχοπτώσεις να αποθηκεύεται και να αξιοποιείται κατάλληλα.
- Οι περιοχές της Μεσογείου, και λόγω κλίματος, είναι αυτές που έχουν τις μεγαλύτερες υδατικές απαιτήσεις και συνεπώς ο δείκτης παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές. Όσον αφορά την Ισπανία το δείγμα είναι μικρό, όμως ακόμα και αυτό υποδεικνύει την κατάσταση που επικρατεί στην περιοχή και την ανάγκη που υπάρχει για να καλυφθούν επαρκώς οι υδατικές απαιτήσεις.

5.2 Προτάσεις

- Συμπλήρωση δεδομένων με τη χρήση στοχαστικών μοντέλων, μία μέθοδος η οποία είναι πιο αξιόπιστη σε σχέση με αυτή που χρησιμοποιήθηκε στη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία.
- Χρήση στοχαστικών μοντέλων για την παραγωγή χρονοσειρών ώστε να προκύψουν προβλέψεις για τα επόμενα χρόνια και να είναι εφικτή η καλύτερη δυνατή διαχείριση των διαθέσιμων υδατικών πόρων.
- Σχετικά με την άρδευση των καλλιεργειών θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν και ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η άρδευση, καθώς η κάθε μέθοδος έχει διαφορετική αποτελεσματικότητα.
- Πιο αποτελεσματική αντιστοιχία μεταξύ των δεδομένων του CORINE Land Cover και αυτών της Eurostat, έτσι ώστε τουλάχιστον να μην παραλείπονται καλλιέργειες οι οποίες συμβάλλουν σημαντικά στην γεωργική οικονομία της κάθε περιοχής.

- Το χρονικό πλαίσιο των 10 ετών θεωρείται μικρό για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων, καθώς οι χρήσεις γης παρουσιάζουν πολύ μικρή διαφοροποίηση. Θα πρέπει συνεπώς να περάσουν κάποια χρόνια, ή τουλάχιστον να διαφοροποιηθεί η καταγραφή των δεδομένων, ώστε να υπάρχει μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα για το δείκτη.
- Σε μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν και η πηγή από την οποία γίνεται η απόληψη, δηλαδή αν είναι από λίμνες, από ταμιευτήρες, από ποτάμια ή από υπόγεια ύδατα, καθώς η αποτελεσματικότητα κάθε μεθόδου είναι διαφορετική.

6. Βιβλιογραφικές αναφορές

Alcamo J., Flörke M. and Märker M. (2007), 'Future long-term changes in global water resources driven by socio-economic and climatic change'. Hydrological Sciences Journal 52

Barnett T. P., Adam, J. C. and Lettenmaier, D. P. (2005) 'Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions'. Nature 438

Brandhuber R. and Demmel M. (2011), Soil conservation policy and practice in Bavaria

Causape J., Auque L., Gimeno M.J., Mandado J., Quılez D. and Aragues R. (2004a), Irrigation effects on the salinity of the Arba and Riguel Rivers (Spain): present diagnosis and expected evolution using geochemical models

Dankers R. and Feyen L. (2008), Climate change impact on flood hazard in Europe: An assessment based on high-resolution climate simulations.

DEFRA (2006) A study to identify baseline data on water use in agriculture. UK Department for Environment, Food and Rural Affairs

EEA (2003), Lallana Concha, Water use in urban areas

EEA (2004), Lallana C. and Marcuello C., Sectoral Water Use in Europe

EEA (2008), Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment. EEA Report No 4/2008

EEA (2009), Water resources across Europe - confronting water scarcity and drought

EEA (2012), Towards efficient use of water resources in Europe

FAO, Irrigation Water Management: Irrigation Water Needs

Graveline N., Majone B., Van Duinen R. and Ansink E. (2013), Hydro-economic modeling of water scarcity under global change: an application to the Gallego river basin (Spain)

IEEP (2000), The environmental impacts of irrigation in the European Union. A report to the Environment Directorate of the European Commission. Institute for European Environmental Policy, London in association with the Polytechnical University of Madrid and the University of Athens

Jain S., Singh V. (2003), Water Resources Systems Planning and Management, publ. Elsevier Science B.V. - Developments in Water Science Series Vol. 51

Jenkins G., Perry M. and Prior J. (2009), The climate of the United Kingdom and recent trends

JRC (2006), an atlas of pan-European data for investigating the fate of agrochemicals in terrestrial ecosystems. Joint Research Centre report EUR 22334 EN.

Makropoulos C.K.a,*, Natsis K.b, Liu S.a, Mittas K.c, Butler D.a (2008), Decision support for sustainable option selection in integrated urban water management

McInnes, G. (2003) "Πρόλογος" στο ΕΟΠ. Τα Ύδατα στην Ευρώπη. Αξιολόγηση βάσει δεικτών. Σύνοψη. Κοπεγχάγη: Υπηρεσία Επίσημων Εκδόσεων των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, σ.4-5.

Minaudo C., Meybeck M., Moatar F., Gassama N. and Curie F. (2015), Eutrophication mitigation in rivers: 30 years of trends in spatial and seasonal patterns of biogeochemistry of the Loire River

Molle F. and Berkoff J. (2007), Water pricing in irrigation: mapping the debate in the light of experience

Nickel D., Barthel R. and Braun J. (2005), Large-scale water resources management within the framework of GLOWA-Danube - The water supply model

Oenema O., van Liere L. and Schoumans O. (2004), Effects of lowering nitrogen and phosphorus surpluses in agriculture on the quality of groundwater and surface water in the Netherlands

Siebert S., Döll P., Feick S., Hoogeveen, J. and Frenken, K. (2007) Global Map of Irrigation Areas version 4.0.1. Johann Wolfgang Goethe University, Frankfurt am Main, Germany and the Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy

Simpson I. (2011), Precipitation variability across the UK: Observations and model simulations

UNEP (2004), Freshwater in Europe - Facts, figures and maps. UNEP/DEWA-Europe, Switzerland

Κ/ΞΙΑ Διαχείρισης Υδάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (2011), Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας (GR08)

Παναγόπουλος Θ. (2004), «Δίκαιο Περιβάλλοντος», (Δ' Έκδοση)

Σούρλα Φ. (2015), Χωρική απεικόνιση δεικτών αξιοποίησης υδατικών πόρων στην Ευρώπη

Τρίγκου Ρ. (απόδοση στα ελληνικά), Περιγραφή των τύπων κάλυψης γης του Corine 2000

Φωτοπούλου Α.Α. (2009), Το νερό ως οικονομικό και κοινωνικό αγαθό. Η ανάγκη επίτευξης ισορροπιών μεταξύ των δύο διαστάσεων.

Χαιρετάκης Ι.Κ. (2012), Ανάπτυξη οντολογίας για την φωτοερμηνευτική αναγνώριση των κατηγοριών τεχνητές επιφάνειες και αγροτικές περιοχές του ευρωπαϊκού προγράμματος CORINE Land Cover