



ΠΑΝΤΕΙΟΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
PANTEION UNIVERSITY OF SOCIAL AND POLITICAL SCIENCES

ΤΜΗΜΑ ΔΙΕΘΝΩΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΜΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΠΛΙΑΤΣΙΚΑΣ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 1215Μ077

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ Ι. ΤΣΑΛΤΑΣ



Διπλωματική Εργασία

ΘΕΜΑ: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΟΣ ΝΟΤΟΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΣΑΧΑΡΙΑΣ ΑΦΡΙΚΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Συντμήσεις

Εισαγωγή.....1

Μέρος 1: Ανακαλύπτοντας τις Ενεργειακές Πηγές

Κεφάλαιο 1. Συμβατικές και ανανεώσιμες μορφές ενέργειας.....4

Κεφάλαιο 2. Οι πολιτικές εξερεύνησης και εκμετάλλευσης των ενεργειακών πηγών.....5

i. Οι ορυκτοί πόροι.....5

1. Πετρέλαιο.....6

2. Φυσικό Αέριο.....10

3. Άνθρακας.....12

4. Πυρηνική Ενέργεια.....15

5. Υδροηλεκτρική Ενέργεια.....20

6. Αιολική Ενέργεια.....24

7. Ηλιακή Ενέργεια.....29

8. Γεωθερμία.....32

9. Βιομάζα.....37

10. Ωκεάνια Ενέργεια.....40

Κεφάλαιο 3. Σημασία και επιπτώσεις από την εκμετάλλευση των ενεργειακών πηγών στο περιβάλλον.....45

Κεφάλαιο 4. Ενεργειακό μείγμα ανά ήπειρο και περιοχές ενεργειακών πηγών.....51

Μέρος 2: Επενδύοντας στην ενέργεια στον Αναπτυσσόμενο Νότο

Κεφάλαιο 5. Η Ενέργεια στον Αναπτυσσόμενο Κόσμο..... 56

1.Οι Αναπτυσσόμενες χώρες.....56

2. Ενεργειακά σχέδια και επενδύσεις.....57

3. Επενδύσεις στις συμβατικές μορφές ενέργειας.....60

I. Εθνικές εταιρείες πετρελαίου στη Μέση Ανατολή και κινεζικές πετρελαϊκές.....	60
II. Η χρηματοδότηση του φυσικού αερίου στον αναπτυσσόμενο νότο.....	63
III. Η Ινδική εκδοχή για την εκμετάλλευση του άνθρακα.....	64
IV. Ανάπτυξη της πυρηνικής ενέργειας και η περίπτωση της Κίνας.....	67
V. Συνθήκες και τρόποι χρηματοδότησης των υδροηλεκτρικών μονάδων και μικρά υδροηλεκτρικά συστήματα.....	70
4. Επενδύσεις στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	72
I. Εμπόδια ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας, η αντιμετώπισή τους και η περίπτωση της Αιγύπτου.....	72
II. Συστήματα ηλιακής ενέργειας για ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό επίπεδο.....	74
III. Εμπόδια στη γεωθερμία και προϋποθέσεις για επενδύσεις.....	76
IV. Αγορές της βιομάζας στον αναπτυσσόμενο νότο και τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η εκμετάλλευσή της.....	79
V. Η δυναμική της ωκεάνιας ενέργειας στα Μικρά Αναπτυσσόμενα Νησιωτικά Κράτη (SIDS).....	81
Κεφάλαιο 6. Ο αντίκτυπος της εξερεύνησης και εκμετάλλευσης των ενεργειακών πηγών στις αναπτυσσόμενες χώρες.....	81
I. Η Κλιματική Αλλαγή στις αναπτυσσόμενες χώρες και τα μέτρα προσαρμογής.....	82
II. Οικονομικές και κοινωνικές πτυχές της εκμετάλλευσης των ορυκτών και ανανεώσιμων πόρων.....	84
<i><u>Μέρος 3: Η ανάπτυξη του ενεργειακού τομέα στην Υποσαχάρια Αφρική</u></i>	
Κεφάλαιο 7. Αξιοποίηση της ενέργειας στην Υποσαχάρια Αφρική.....	88
i. Οι χώρες της Υποσαχάριας Αφρικής.....	88
ii. Οι ενεργειακές πηγές της περιοχής.....	89
1. Οι ορυκτοί πόροι.....	90
I. Ανατολική Αφρική.....	93

II. Νότια Αφρική.....	96
III. Δυτική Αφρική.....	98
IV. Κεντρική Αφρική.....	102
2. Οι ανανεώσιμοι πόροι.....	104
I. Ανατολική Αφρική.....	105
II. Νότια Αφρική.....	107
III. Δυτική Αφρική.....	109
IV. Κεντρική Αφρική.....	111
Κεφάλαιο 8. Συνεισφορά στην αφρικανική υπανάπτυξη;.....	113
I. Η επίδραση του νεοαποικιοκρατικού συστήματος.....	113
II. Ο ρόλος των πολυεθνικών εταιρειών.....	116
Συμπεράσματα.....	120
Πηγές.....	129
-Ξενόγλωσσα Βιβλία.....	129
-Ξενόγλωσσα Άρθρα.....	132
-Ελληνικά Βιβλία.....	136
-Ημερήσιος και Περιοδικός Τύπος.....	136
-Εκθέσεις-Αναφορές.....	136
-Άλλες Πηγές.....	140
Παραρτήματα.....	143

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΕΣ

AfDB:	African Development Bank
Anglocoal:	Anglo American Coal
CCD-PEG:	Cobalt dicarbollide and polyethylene glycol in phenyl-trifluoromethyl sulfone
CCS:	Carbon Capture Storage
CCT:	Clean Coal Technology
CFBC:	Circulating Fluidized Bed Combustion
CNNC:	China National Nuclear Corporation
CNOOC:	China National Offshore Oil Corporation's
CSP:	Concentrating Solar Power
DFI:	Development Financial Instruments
GDC:	Geothermal Development Limited
HAWT:	Horizontal Axis Wind Turbine
HCPV:	High Concentrating Photovoltaic
HDI:	Human Development Index
HTF:	Heat Transfer Fluid
IOC:	International Oil Companies
Kengen:	Kenyan Electricity Generating Company Limited
KW:	Kilowatt
LCPV:	Low Concentrating Photovoltaic
LNG:	Liquified Natural Gas

NAPA's:	National Adaptation Programmes of Action
NECSA:	South Africa Nuclear Energy Corporation
NGL:	Natural Gas Liquids
NNPC:	Nigerian National Petroleum Corporation
NNR:	National Nuclear Regulator
NOC:	National Oil Companies
NTPC:	National Thermal Power Corporation
OPEC:	Organization of the Petroleum Exporting Countries
OTEC:	Ocean Thermal Energy Conversion
OWC:	Oscillating Water Column
PBMR:	Pebble Bed Modular Reactor
Petroci:	Societe Nationale d' Operations Petrolieres de la Cote d' Ivoire
PFC:	Pulverized Fuel Consumption
PHES:	Pumped Hydroelectric Energy Storage
PSA:	Production Sharing Agreement
PV:	Photovoltaic
REIPPPP:	Renewable Energy Independent Power Producer Procurement Programme
SHS:	Solar Home Systems
SIDS:	Small Islands Developing States
SMR's:	Small Medium Reactors
SPA:	Sale and Purchase Agreement
SREX:	Sr Extraction

TALSPEAK: Trivalent Actinide Lanthanide Separation by Phosphorus reagent
Extraction from Aqueous Komplexes

TAPCHAN: Tapered Channel Wave Energy

TGA: Thermogravimetric analyser

TPDC: Tanzania Petroleum Development Corporation

TRUEX: Transuranic Extraction

VAWT: Vertical Axis Wind Turbine

IEA: International Energy Agency

MW: Megawatt

ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ

ΑΕΠ: Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΔΝΤ: Διεθνές Νομισματικό Ταμείο

ΜΚΟ: Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις

ΟΗΕ: Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενέργεια αποτελεί ένα πεδίο το οποίο συγκεντρώνει μεγάλο ενδιαφέρον από την πλευρά της διεθνούς κοινότητας. Η ανάπτυξη των σύγχρονων κρατών βασίζεται εν πολλοίς στην αξιοποίηση ενεργειακών πόρων,εγχώριων ή εισαγόμενων. Κατόπιν τούτου, καθίσταται σαφής η σημασία τους στη σημερινή εποχή ως ο απαραίτητος συντελεστής προόδου και οικονομικής,κοινωνικής και πολιτικής ανάπτυξης για το σύνολο του ανθρώπινου πληθυσμού.

Το πεπερασμένο των ενεργειακών πόρων που χρησιμοποιούνταν καθόλη τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα σε συνδυασμό με την περιβαλλοντική επιβάρυνση, ανέδειξε τις τελευταίες δεκαετίες του τη σημασία της εξεύρεσης νέων ενεργειακών πηγών οι οποίες θα είναι περιβαλλοντικά φιλικές, κοινωνικά δίκαιες, ανεξάντλητες και θα είναι προσβάσιμες σε όλους περιορίζοντας την ενεργειακή εξάρτηση και προωθώντας την ενεργειακή ανεξαρτησία. Το στοιχείο αυτό μπορεί να αποβεί καθοριστικό στην προσπάθεια περιορισμού της παγκόσμιας φτώχειας και υπανάπτυξης που αντιμετωπίζει η πλειοψηφία των χωρών της διεθνούς κοινότητας που συναποτελούν τον αναπτυσσόμενο νότο.

Η ενεργειακή επάρκεια απασχολεί συνολικά τη διεθνή κοινότητα. Η εύρεση νέων ενεργειακών κοιτασμάτων και η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί αδήριτη ανάγκη. Οι ασκούμενες πολιτικές για τη εκμετάλλευση και διαχείριση των ενεργειακών πηγών αναδεικνύουν σημαντικά ζητήματα αναφορικά με τη δυνατότητα αξιοποίησής τους και εγείρουν ερωτήματα αναφορικά με την αποδοτικότητά τους και τις συνέπειες που ενέχουν για την άνθρωπο και το περιβάλλον. Επιπλέον, η περιοχική διαφοροποίηση των ενεργειακών πηγών επηρεάζει καθοριστικά την αναπτυξιακή πορεία των χωρών με εντελώς όμως διαφορετικά αποτελέσματα ακόμα και σε ενεργειακά προνομιούχες χώρες λόγω ιδιαιτεροτήτων που τις χαρακτηρίζουν.

Ο αναπτυσσόμενος νότος αποτελεί το πεδίο το οποίο αναδεικνύει τις έντονες διαφοροποιήσεις που προκαλούνται από την εκμετάλλευση των ενεργειακών πηγών. Περιοχές με πλούσιο ενεργειακό δυναμικό, όπως οι πετρελαιοπαραγωγικές χώρες της Μέσης Ανατολής, εμφανίζουν ταχεία οικονομική άνοδο λόγω της έλλειψης ενεργειακών πόρων στην πλειοψηφία του ανεπτυγμένου Βορρά. Παρόλα αυτά, η έλλειψη μέριμνας για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και η μη λήψη των

επιβεβλημένων μέτρων έχει ως αποτέλεσμα την κλιματική αλλαγή που δημιουργεί την ανάγκη λήψης προσαρμοστικών μέτρων λόγω της αλλαγής των κλιματικών συνθηκών. Επιπλέον, η εκμετάλλευση της ενέργειας έχει οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες που αναπόφευκτα επηρεάζουν την ευημερία και την ανάπτυξη των χωρών που διαθέτουν ενεργειακές πηγές.

Ξεχωριστό ενδιαφέρον στην παρούσα έρευνα προσκομίζει η περιοχή της Υποσαχάριας Αφρικής. Η εν λόγω περιοχή χαρακτηρίζεται από το παράδοξο της ύπαρξης πλούσιων φυσικών πόρων και ειδικότερα των ενεργειακών πόρων και της χρόνιας υπανάπτυξης και των υψηλών επιπέδων φτώχειας που τη διακρίνουν από τις άλλες περιοχές του πλανήτη. Όχι άδικα, η Αφρική εν γένει έχει αποκληθεί ως η τελευταία παγκόσμια πρόκληση.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η προσέγγιση των πολιτικών εξερεύνησης και εκμετάλλευσης των ενεργειακών πηγών στον αναπτυσσόμενο νότο. Το παρόν πόνημα χωρίζεται σε τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος, θα παρουσιαστούν οι μορφές της ενέργειας, οι περιοχές άντλησης των ενεργειακών πόρων, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούν και το ενεργειακό μείγμα κάθε ηπείρου. Στο δεύτερο μέρος θα αναδειχθεί η διασύνδεσή τους με τον αναπτυσσόμενο κόσμο εξετάζοντας την επίδραση της κλιματικής αλλαγής και των προσαρμοστικών μέτρων που λαμβάνουν τα κράτη καθώς επίσης και τις οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες που ενέχουν οι ενεργειακές πηγές για τους τοπικούς πληθυσμούς. Στο τρίτο μέρος, θα εξεταστεί η περιπτωσιολογική προσέγγιση της Υποσαχάριας Αφρικής (Κεντρική, Δυτική, Ανατολική και Νότια Αφρική), όντας η πλουσιότερη σε φυσικούς πόρους ήπειρος, γεγονός το οποίο της προσδίδει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Υπό αυτό το πρίσμα, θα καταβληθεί προσπάθεια να εξηγηθεί κατά πόσον οι ενεργειακές πηγές αξιοποιούνται, ποιοι τις εκμεταλλεύονται, αν τελικά αποτελούν παράγοντα υπανάπτυξης της Αφρικής και καθώς επίσης και την επίδραση του νεοαποικιοκρατικού συστήματος και τον ιδιαίτερο ρόλο των πολυεθνικών εταιρειών.

Τέλος, στα Συμπεράσματα εκτίθενται συνοπτικά οι καταληκτικές παρατηρήσεις στα αποτελέσματα της έρευνας.

ΜΕΡΟΣ Α΄:
ΑΝΑΚΑΛΥΠΤΟΝΤΑΣ ΤΙΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Κεφάλαιο 1. Συμβατικές και Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής έχει ως βάση τη χρήση ενέργειας. Η σημασία της είναι βαρύνουσα καθώς από αυτήν εξαρτώνται η οικονομική ανάπτυξη και εν γένει το βιοτικό επίπεδο που χαρακτηρίζει τις σημερινές κοινωνίες. Η ενέργεια δεν έχει μία ενιαία μορφή αλλά διαφοροποιείται ανάλογα με τη χρήση της σε ηλεκτρομαγνητική και μηχανική. Οι ενεργειακές πηγές από τις οποίες προέρχεται η εκμεταλλεύσιμη από τον άνθρωπο ενέργεια διακρίνονται σε δύο μορφές: στις συμβατικές και στις ανανεώσιμες. Η κύρια διαφορά ανάμεσά τους σχετίζεται με την έννοια της βιωσιμότητας.

Οι συμβατικές μορφές ενέργειας είναι αποτέλεσμα βιολογικών σχηματισμών που διενεργήθηκαν πριν από εκατομμύρια χρόνια. Αντίστοιχα, ο μετασχηματισμός των οργανικών στοιχείων σε ορυκτά καύσιμα είναι εφικτός μετά την παρέλευση μεγάλης χρονικής περιόδου, γεγονός που καθιστά τα ήδη υπάρχοντα ενεργειακά αποθέματα πολύτιμα λόγω αδυναμίας ταχείας ανανέωσής τους.¹ Τα ορυκτά καύσιμα συνιστούν ένα είδος μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς αναπληρώνονται με πολύ αργούς ρυθμούς και όχι συνεχώς ενώ βρίσκονται σε πλήρη εξάρτηση από τις φυσικές διεργασίες. Για το λόγο αυτό δύνανται να χρησιμοποιηθούν μόνο οι υπάρχοντες πόροι χωρίς να υπάρχει η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησής τους.² Η ονομασία τους οφείλεται στην πεποίθηση των επιστημόνων ότι οι εν λόγω πόροι προέρχονται από την αποσύνθεση φυτών και ζώων η οποία συνέβη πριν από εκατομμύρια χρόνια.³ Το αποτέλεσμα της αποσύνθεσης είναι η παραγωγή συστατικών κάρβουνου και υδροκάρβουνου (συνδυασμός αερίων κάρβουνου και υδρογόνου). Στην κατηγορία των συμβατικών/μη ανανεώσιμων μορφών ενέργειας υπάγεται το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, ο άνθρακας καθώς επίσης και το ουράνιο από το οποίο παράγεται η πυρηνική ενέργεια.

Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας χαρακτηρίζονται από τη δυνατότητα αναπλήρωσης των αποθεμάτων σε σύντομο χρονικό διάστημα, λ.χ. λίγες μέρες ή εβδομάδες και είναι συνεχώς διαθέσιμες. Αναπόδραστα, οι συγκεκριμένες μορφές ενέργειας είναι ανεξάντλητες. Προέλευση των ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών

¹ Maczulac A., Renewable Energy Sources and Methods, Facts On File, 2010, σελ.8.

² Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources, Springer Netherlands, 2009, σελ.19.

³ Kelly R.A., Energy Supply and Renewable Resources (Global Issues), Facts on File, 2007, σελ.13.

είναι ο ήλιος, άμεσα ή έμμεσα, όπως επίσης και συγκεκριμένα φυσικά φαινόμενα.⁴ Το κυριότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έγκειται στην ύπαρξη αμφιβολιών αναφορικά με την αξιοπιστία και την αποδοτικότητά τους κυρίως από τη σκοπιά των κρατών και των εταιρειών εκμετάλλευσης συμβατικών ενεργειακών πηγών. Σε κάθε περίπτωση, η εφεύρεση τεχνολογικών καινοτομιών οι οποίες θα ξεπεράσουν τα εμπόδια που τίθενται, όπως η χαμηλή προσφορά σε σχέση με τη ζήτηση και η μετατροπή τους σε χρησιμοποιήσιμα καύσιμα, παραμένει η κύρια πρόκληση.⁵ Στην κατηγορία αυτή υπάγονται η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική ενέργεια, η γεωθερμία, η βιομάζα και η ωκεάνια ενέργεια.

Κεφάλαιο 2. Οι πολιτικές εξερεύνησης και εκμετάλλευσης των ενεργειακών πηγών

Κάθε ενεργειακή πηγή προκειμένου να γίνει εκμεταλλεύσιμη απαιτεί την ακολούθηση συγκεκριμένων διαδικασιών. Οι διαδικασίες αυτές καθορίζονται κυρίως από την πρακτική εμπειρία. Επίσης, η διαρκώς επιδεινώμενη κατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος αναγκάζει τους φορείς εκμετάλλευσης των ενεργειακών πόρων, ιδίως των ορυκτών πόρων στους οποίους οφείλεται εν πολλοίς η περιβαλλοντική υποβάθμιση, να προχωρήσουν στην λήψη μέτρων προστασίας προκειμένου να υπάρξει βιώσιμη ανάπτυξη. Παράλληλα, η μεταφορά των φυσικών πόρων σε άλλες χώρες, στο πλαίσιο των εξαγωγών, και στους τελικούς καταναλωτές είναι μια διαδικασία που ακολουθεί τις δικές της ατραπούς. Το σύνολο αυτών των διαδικασιών συνιστούν τις πολιτικές διαχείρισης των ενεργειακών πόρων.

i. Οι ορυκτοί πόροι

Όπως είδαμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι ορυκτοί πόροι σχηματίστηκαν εκατομμύρια χρόνια πριν και συνιστούν μη ανανεώσιμη ενέργεια. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο ρυθμός εξόρυξης τους δεν είναι συμβατός με τη δυνατότητα αναπλήρωσής τους καθώς απαιτούνται πολύ μεγάλες χρονικές περίοδοι για να σχηματιστούν νέα αποθέματα. Ως εκ τούτου αντιλαμβανόμαστε ότι οι ορυκτοί πόροι είναι πεπερασμένοι και συνεπώς πολύτιμοι.

⁴ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources, Springer Netherlands, 2009, σελ.19.

⁵ Rogner H.H., "Energy Resources" στο Energy for Development Resources, Technologies, Environment, Environment & Policy, επιμ., Toth F., Videla M.L., Volume 54, Springer Netherlands, 2012, σελ.149-159.

Οι ορυκτοί πόροι διακρίνονται σε αποδεδειγμένους, δυνητικούς, τεκμαιρόμενους και σε ανεξερεύνητους ή υποθετικούς πόρους. Αποδεδειγμένοι ορίζονται οι πόροι οι οποίοι δύνανται να εξορυχθούν με τα παρόντα τεχνολογικά μέσα. Δυνητικοί ορίζονται οι πόροι οι οποίοι, αν και μπορούν να εξορυχθούν, παραμένουν ανεκμετάλλευτοι καθώς το οικονομικό αντίκρυσμα θα είναι περιορισμένο ή και επιζήμιο σε σχέση με το κόστος εξόρυξης. Η απόφαση για εκμετάλλευση καθορίζεται και από τις διεθνείς τιμές των ορυκτών καυσίμων. Τεκμαιρόμενοι ονομάζονται οι πόροι οι οποίοι δεν έχουν πλήρως εξερευνηθεί αλλά εικάζεται ότι βρίσκονται σε οικονομικά εκμεταλλεύσιμη ποσότητα. Ανεξερεύνητοι ή υποθετικοί ονομάζονται οι πόροι οι οποίοι είναι πιθανό να υπάρχουν αλλά δεν έχουν εξερευνηθεί για να διαπιστωθεί αν όντως υφίστανται. Από το σύνολο των υπαρκτών ορυκτών πόρων ένα μικρό μόνο μέρος δύνανται και συμφέρει να αξιοποιηθεί με βάση την υπάρχουσα τεχνολογία.⁶

1. Πετρέλαιο

Το πιο σημαντικό ορυκτό καύσιμο παγκοσμίως είναι το πετρέλαιο. Η εξόρυξη του πετρελαίου πραγματοποιείται με βάση συγκεκριμένους κανόνες. Αναφορικά με τα δικαιώματα εξόρυξης, υπάρχει μια διαφοροποίηση μεταξύ των ΗΠΑ και Καναδά και του υπόλοιπου κόσμου. Συγκεκριμένα, οι δύο αυτές χώρες παρέχουν τη δυνατότητα σε εταιρείες και ιδιώτες να κατέχουν την επιφάνεια και το υπέδαφος στο οποίο διεξάγουν δραστηριότητες εξερεύνησης και εκμετάλλευσης των πετρελαϊκών αποθεμάτων. Ο διαχωρισμός των δικαιωμάτων της επιφάνειας από τα δικαιώματα στο υπέδαφος επιβάλλει την κατάληξη σε συμφωνία μίσθωσης (lease agreement). Οι συμφωνίες αυτές είναι συμβάσεις νομικής δεσμευτικότητας με τις οποίες ο παραχωρητής δίνει τη δυνατότητα σε ένα άλλο μέρος να εκμεταλλευθεί μια περιοχή που ανήκει στη δικαιοδοσία του. Οι μισθώσεις συνιστούν έναν συνηθισμένο τρόπο πρόσβασης για τις εταιρείες πετρελαίου και φυσικού αερίου σε εκτάσεις στις οποίες θα μπορούν να ερευνήσουν και να εκμεταλλευθούν τα αποθέματα των εν λόγω ενεργειακών πηγών.⁷

⁶ Michailides E., *Alternative Energy Sources*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012, σελ.23-24.

⁷ Fitzgerald T., *Oil and Gas Leasing*, Montana State University, MT201209HR New 10/12, 2012, σελ.1-8.

Αντιθέτως, στις υπόλοιπες χώρες τα μεταλλευτικά δικαιώματα για το υπέδαφος παράμενουν υπό τον έλεγχο του κράτους. Οι εταιρείες εκμετάλλευσης των πετρελαϊκών αποθεμάτων συμμετέχουν σε ατομικές ή συλλογικές συμφωνίες με τις κυβερνήσεις ή με τις αντίστοιχες εθνικές εταιρείες πετρελαίου για τις διαδικασίες της εξερεύνησης, ανάπτυξης και παραγωγής. Δύο τύποι συμβολαίου είναι οι πιο διαδεδομένοι από όσους έχουν εφαρμοστεί. Ο πρώτος, ο οποίος κυριαρχούσε μέχρι την πετρελαϊκή κρίση του 1973, αφορά την αποκλειστική εκμετάλλευση από την πετρελαϊκή εταιρεία μιας συγκεκριμένης περιοχής και την παροχή κάποιων διευκολύνσεων στην κυβέρνηση αν εντοπιζόταν εκμεταλλεύσιμο πετρέλαιο. Επιπλέον, η πετρελαϊκή εταιρεία επωμίζεται την ευθύνη και το κόστος που συνεπάγεται η διαδικασία εξόρυξης και εκμετάλλευσης. Ο δεύτερος τύπος συμβολαίου διαδέχθηκε τον πρώτο μετά το πέρας της πετρελαϊκής κρίσης. Η διαφοροποίηση επέρχεται στην κατανομή του κέρδους που προκύπτει από την εκμετάλλευση. Ένα σημαντικό μέρος πηγαίνει στην αναπλήρωση του κόστους εξερεύνησης και ανάπτυξης ενώ το υπόλοιπο κατανέμεται μεταξύ της κυβέρνησης και της πετρελαϊκής εταιρείας. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η κατανομή αυτή εξαρτάται από τη συμφωνία στην οποία έχουν προβεί τα συμβαλλόμενα μέρη η οποία όπως είναι εύλογο ποικίλει από περιοχή σε περιοχή λόγω των διαφορετικών συμφερόντων και ιδιαιτεροτήτων κάθε χώρας.⁸

Η εξερεύνηση πετρελαϊκών κοιτασμάτων καθώς και αποθεμάτων φυσικού αερίου πραγματοποιείται με τη χρήση τριών μεθόδων: α) με μαγνητόμετρα, β) με βαρυτόμετρα, γ) με ερευνητικές γεωτρήσεις.

Τα μαγνητόμετρα χρησιμοποιούνται για να διαπιστωθεί σε ποια σημεία βρίσκονται τα κοιτάσματα. Παρέχουν γεωλογικά και γεωφυσικά στοιχεία για τους υπόγειους σχηματισμούς και προσδιορίζουν το μαγνητικό πεδίο. Το σύνολο αυτών των διαδικασιών πληροφορούν τους ερευνητές σχετικά με την εξεύρεση πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Τα βαρυτόμετρα εξετάζουν και καταγράφουν τη διαφορά στην επιφάνεια του βαρυτικού πεδίου της Γης σε διαφορετικές υπόγειες τοποθεσίες. Οι διαφορές λεπτού στο βαρυτικό πεδίο προέρχονται από τα πετρώματα και τους υπόγειους σχηματισμούς και βοηθούν τους επιστήμονες να αντιληφθούν εάν υπάρχει στην περιοχή κοιτάσμα πετρελαίου. Για τις ερευνητικές γεωτρήσεις οφείλουμε να

⁸ Nersesian R.L., Energy for the 21st Century A Comprehensive Guide to Conventional and Alternative Sources, M.E. Sharpe, 2006, σελ.173-174.

επισημάνουμε ότι είναι η μέθοδος που πιστοποιεί στην πράξη εάν υπάρχει κοίτασμα, την ποσότητά του καθώς επίσης και το μέγεθος της εκμεταλλευσιμότητάς του. Επιπλέον, η συγκεκριμένη μέθοδος συνεπάγεται αυξημένο οικονομικό κόστος όπως επίσης και την παρέλευση σημαντικού χρονικού διαστήματος προκειμένου να υπάρχουν ικανοποιητικά αποτελέσματα για το διερευνόμενο κοίτασμα. Η συμπερίληψη του κόστους κατασκευής των δρόμων πρόσβασης και του pad drilling, μιας καινοτομίας που μειώνει το κόστος των δραστηριοτήτων εξερεύνησης και αυξάνει την αποτελεσματικότητα, συντελεί διόλου ευκαταφρόνητο ποσό για τις ανάγκες εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων.⁹ Η διαδικασία της εξόρυξης θα εξεταστεί στο τμήμα του φυσικού αερίου καθώς εις αμφότερες τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται τα ίδια μέσα.

Το αργό πετρέλαιο αναδύεται στην επιφάνεια με φυσική ανύψωση, καθώς το άνοιγμα που δημιουργείται από τα γεωτρήματα, σε συνδυασμό με την υπόγεια πίεση που δέχεται, του δίνει διέξοδο να ανυψωθεί. Παρόλα αυτά, ένα μέρος του κοιτάσματος παραμένει στο υπέδαφος. Στην εν λόγω περίπτωση χρησιμοποιείται τεχνική ανύψωση προκειμένου να γίνει εκμετάλλευση του συνόλου του κοιτάσματος. Η διαδικασία αυτή στηρίζεται στη χρήση αντλίας η οποία συλλέγει την ποσότητα του πετρελαίου που παρέμεινε στο υπέδαφος.

Το αργό πετρέλαιο δεν έχει καμία πρακτική αξία καθώς δεν είναι αξιοποιήσιμο. Για το λόγο αυτό απαιτείται η επεξεργασία του η οποία γίνεται στα διυλιστήρια. Υπάρχουν τέσσερις λειτουργίες που εξυπηρετούν τον εν λόγω σκοπό και αυτές είναι: α) η απόσταξη, β) η καταλυτική αναμόρφωση, γ) η πυρόλυση και δ) η μεταχείριση (treatment).

Αφού θερμανθεί το πετρέλαιο, υφίσταται απόσταξη στην οποία γίνεται ο διαχωρισμός των ουσιών που βρίσκονται αναμειγμένα μαζί του. Ο διαχωρισμός του πετρελαίου σε διάφορα κλάσματα εξαρτάται από τη θερμοκρασία του και η επεξεργασία του γίνεται με την καταλυτική αναμόρφωση, την πυρόλυση και τη μεταχείριση. Η καταλυτική αναμόρφωση είναι μέθοδος αύξησης των οκτανίων που εμπεριέχονται στην βενζίνη. Η πυρόλυση είναι η διαδικασία μετατροπής σε βενζίνη,

⁹ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources, Springer Netherlands, 2009, σελ.313- 314 και 398.

ντίζελ και καύσιμα για τζετ.¹⁰ Η μεταχείριση είναι η διαχείριση των επικίνδυνων ουσιών που εκλύονται στο περιβάλλον από την επεξεργασία του πετρελαίου.¹¹

Η πλειοψηφία των κοιτασμάτων αποτελείται από πετρέλαιο, θαλασσινό νερό ενώ μπορεί να υπάρχει συσχέτιση και με φυσικό αέριο. Η πιο οικονομική μεταφορά του αργού πετρελαίου σε διωλιστήρια γίνεται μέσω αγωγών. Η οδός αυτή προτιμάται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες υπάρχουν αποδείξεις ότι τα κοιτάσματα είναι άφθονα. Όσο πιο μεγάλη είναι η διάμετρος του αγωγού τόσο πιο ταχεία μεταφέρεται το αργό πετρέλαιο μολονότι σε γενικές γραμμές ο ρυθμός μεταφοράς θεωρείται αργός.¹²

Όπως είδαμε, το πετρέλαιο γίνεται εκμεταλλεύσιμο όταν το αργό πετρέλαιο περάσει από τη διαδικασία επεξεργασίας στα διωλιστήρια. Η μεταφορά του σε αυτά όπως και στις χώρες εισαγωγής, γίνεται κυρίως μέσω της θάλασσας. Έχει υπολογιστεί ότι η θαλάσσια μεταφορά και εν γένει η μετακίνησή του μέσω του νερού είναι πολύ λιγότερο κοστοβόρα σε σχέση με τη μεταφορά του μέσω λ.χ. αγωγών. Για το λόγο αυτό, τα τάνκερ και οι μαούνες επωμίζονται ως επί το πλείστον το καθήκον παραλαβής και παράδοσης του πετρελαίου είτε ως αργό είτε ως επεξεργασμένο. Οι χώρες του OPEC χρησιμοποιούν αποκλειστικά τάνκερ και μαούνες για τη μεταφορά του πετρελαίου ενώ οι αγωγοί βρίσκονται εκτός λειτουργίας αν και δύνανται να μειώσουν τον χρόνο μεταφοράς σε σχέση με τις ναυτικές οδούς. Επιπροσθέτως, τα διωλιστήρια που βρίσκονται παραθάλασσια ή κοντά στη θάλασσα αναθέτουν τη μεταφορά του επεξεργασμένου πετρελαίου σε μικρά τάνκερ και μαούνες. Η τελική τιμή του πετρελαίου μπορεί να επηρεαστεί και από τους εμπόρους, αλλά και από τη διαφοροποίηση των τιμών παραγωγής καθώς επίσης και από την περιοχή.¹³

¹⁰ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources, Springer Netherlands, 2009, σελ.406-414.

¹¹ Diya'uddeen B.H., Wan Daud W.M.A., Abdul Aziz A.R., Treatment Technologies for petroleum refinery effluents: a review, Process Safety and Environmental Protection, Volume 89, Issue 2, 2011, σελ.95-105. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.psep.2010.11.003> Ημ. Εισόδου: 20/10/2016.

¹² Nersesian R.L., Energy for the 21st Century, A Comprehensive Guide to Conventional And Alternative Sources, M.E. Sharpe, 2006, σελ.188-190.

¹³ Ibid.

2. Φυσικό Αέριο

Το φυσικό αέριο συνιστά ένα από τα πλέον χρησιμοποιούμενα ορυκτά καύσιμα παγκοσμίως. Σχηματίζεται στο υπέδαφος ως ένα μείγμα πετρωμάτων και άλλων μεταλλευμάτων.¹⁴

Η εξερεύνηση και εξόρυξη του φυσικού αερίου πραγματοποιείται με τις ίδιες διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στον εντοπισμό και στην εξόρυξη του πετρελαίου.

Κατά τη εξόρυξη εξετάζονται τρεις σημαντικοί παράγοντες: α) οι οικονομικές εκτιμήσεις, β) η άδεια, οι μισθώσεις και τα δικαιώματα εκμετάλλευσης και γ) η εξαρτωμένη τεχνολογία από παράλια ή υπεράκτια γεώτρηση. Η απόφαση για την εξόρυξη κοιτάσματος φυσικού αερίου ή πετρελαίου λαμβάνεται κατόπιν εξέτασης των οικονομικών αποτελεσμάτων που θα αποφέρει. Στην περίπτωση που κριθεί ότι τα κέρδη θα είναι πολύ περιορισμένα ή και λιγότερα σε σχέση με το κόστος εξερεύνησης, εξόρυξης και εκμετάλλευσης η εξόρυξη αποφεύγεται. Σε διαφορετική περίπτωση, η εξόρυξη προχωρά εκτιμώντας παράλληλα και την υπάρχουσα τεχνολογία γεώτρησης που διακρίνεται σε percussive/cable tool και rotary. Η πρώτη μέθοδος χρησιμοποιείται για κοιτάσματα που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια, ενώ η δεύτερη μέθοδος για κοιτάσματα που βρίσκονται σε μεγάλα βάθη.¹⁵

Για την αξιοποίηση του φυσικού αερίου απαιτείται ο διαχωρισμός των ουσιών που ενοπίζονται μαζί του. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται οι διαδικασίες του διαχωριστή αερίου – πετρελαίου, του διαχωρισμού πετρελαίου και συμπυκνωμάτων, της αφυδάτωσης, της απομάκρυνση των ρυπαντών, της εκχύλιση του αζώτου, του διαχωρισμού των υγρών φυσικού αερίου (NGL) καθώς επίσης και της κλασματοποίησης.

Κομβικός μέχρι σήμερα είναι ο ρόλος των αγωγών για την μεταφορά και την αξιοποίηση του φυσικού αερίου. Αποτελούν το μέσο μεταφοράς του φυσικού αερίου στους τελικούς καταναλωτές. Οι αγωγοί διακρίνονται σε σύστημα συγκέντρωσης, σε διακρατικό αγωγό και σε σύστημα διανομής. Το σύστημα συγκέντρωσης χαρακτηρίζεται από χαμηλή πίεση και διάμετρο του αγωγού στοιχεία τα οποία

¹⁴ Faramawy S., Zaki T., Sakr A.A.-E., Natural Gas Origin, composition and processing: A review, Journal of Natural Gas Science and Engineering, Elsevier, Volume 34, 2016, σελ.37. Διαθέσιμο στο <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875510016304139> Ημ. Εισόδου: 22/7/2016.

¹⁵ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources, Springer Netherlands, 2009, σελ.320-334.

διευκολύνουν τη μεταφορά του φυσικού αερίου από την πηγή στο τόπο επεξεργασίας του. Επίσης, οι αγωγοί διακρίνονται σε διακρατικοί και ενδοκρατικοί προκειμένου να προσδιορίζεται ο τελικός προορισμός. Οι διακρατικοί αγωγοί είναι βαρύνουσας σημασίας καθώς μεταφέρουν, ως εμπόρευμα, το φυσικό αέριο στα υπόλοιπα κράτη. Στην Ευρώπη το φυσικό αέριο μεταφέρεται μέσω διακρατικών αγωγών από τη Ρωσία, την κατεξοχήν χώρα παραγωγό φυσικού αερίου για την Γηραιά Ήπειρο.¹⁶

Για το σύστημα διανομής χρήζει αναφοράς η λειτουργία του σε κάθε χώρα που χρησιμοποιεί φυσικό αέριο. Εταιρείες διανομείς, οι επονομαζόμενες *citygates*, διανέμουν το φυσικό αέριο στο εσωτερικό της χώρας μετά την παραλαβή του από τον ενδοκρατικό αγωγό στο *citygate*¹⁷ και καθορίζουν την τελική του τιμή. Για την ασφαλή μεταφορά του και την αποφυγή ατυχημάτων οι εταιρείες λαμβάνουν μέτρα όπως η ύπαρξη εξοπλισμού αποφυγής διαρροής, τα εκπαιδευτικά προγράμματα ασφαλείας και η εν γένει ετοιμότητα σε περιπτώσεις ανάγκης.¹⁸

Για την βέλτιστη εκμετάλλευση του φυσικού αερίου, έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια ένας εναλλακτικός τρόπος μεταφοράς του. Η τεχνολογία αυτή είναι το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG). Πρόκειται για μια διαδικασία κατά την οποία το φυσικό αέριο ψύχεται σε θερμοκρασία -161°C και μετατρέπεται σε υγρό. Το LNG διευκολύνει τη διεθνή εμπορία του φυσικού αερίου λόγω της εύκολης μεταφοράς του. Επιπλέον, βρίσκεται μέσα σε ειδικά κοντέινερς και μέσω πλοίων φτάνει σε λιμάνια όπου υπάρχουν σταθμοί οι οποίοι το θερμαίνουν και το επαναφέρουν στην αρχική αέρια μορφή του. Από εκεί μεταφέρεται μέσω αγωγών στους παραλήπτες.

Το LNG προέκυψε από την ανάγκη να ξεπεραστούν οι περιορισμοί που έθεταν οι μεγάλες αποστάσεις από τις χώρες παραγωγούς προς τις χώρες καταναλωτές. Αποτελεί μία μοναδική κατηγορία στις μεθόδους μεταφοράς ενεργειακών πόρων καθώς συνδυάζει διαφορετικές πτυχές πολιτικής με τον ρόλο του κράτους να είναι μείζονος σημασίας. Συγκεκριμένα, είναι μία πολυδάπανη επένδυση η οποία εμπλέκει δύο ή περισσότερα κράτη. Το σχέδιο για τη δημιουργία LNG που καλύπτει μεγάλες αποστάσεις συνοδεύεται από μια συμφωνία πώλησης και αγοράς LNG (SPA). Η εν λόγω συμφωνία ρυθμίζει τους όρους της σχέσης πωλητή και

¹⁶ Ghosh T.K., Prelas M.A., *Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources*, Springer Netherlands, 2009, σελ.334-342.

¹⁷ Είναι ο σταθμός όπου οι εταιρείες διανομής αποκτούν πρόσβαση στο φυσικό αέριο.

¹⁸ Ghosh T.K., Prelas M.A., *Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources*, Springer Netherlands, 2009, σελ.343-346.

αγοραστή για τη χρηματοδότηση του σχεδίου. Επιπροσθέτως, συνάπτεται συμβόλαιο EPC το οποίο επιλέγει τις εταιρείες που θα αναλάβουν την υλοποίησή του καθορίζοντας τις διαδικασίες που θα ακολουθηθούν.¹⁹

Η αποθήκευση του LNG είναι μία πολύ σημαντική διαδικασία, καθώς επιτρέπει την αξιοποίηση του εξορυγμένου φυσικού αερίου τη χρονική στιγμή που θα αποφασιστεί πως πρέπει να συμβεί. Η αποθήκευση του φυσικού αερίου πραγματοποιείται υπέργεια και υπόγεια. Για την υπόγεια αποθήκευση χρησιμοποιούνται δεξαμενές με ειδικά επιστρωμένους τοίχους οι οποίες διαφέρουν ανάλογα με τις συνθήκες.

Η υπέργεια αποθήκευση γίνεται σε δεξαμενές μονής, διπλής και πλήρους συγκράτησης. Η δεξαμενή μονής συγκράτησης είναι συνήθως μια μονή δεξαμενή στην οποία γίνεται η αποθήκευση ενώ στη διπλή υπάρχει μια εσωτερική και εξωτερική δεξαμενή οι οποίες συγκρατούν το LNG. Η δεξαμενή πλήρους συγκράτησης είναι όμοια με την δεξαμενή διπλής συγκράτησης με την διαφορά να έγκεται στην δυνητική αποθήκευση του αερίου στην εξωτερική δεξαμενή και τον έλεγχο εξάτμισης διαρροής για την πρόληψη ατυχήματος. Αποτελεί την πιο εξελιγμένη, σύγχρονη και ασφαλή μέθοδο υπέργειας αποθήκευσης LNG.²⁰

3. Άνθρακας

Ο άνθρακας αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές ενεργειακές πηγές καθώς είναι η πρώτη η οποία αξιοποιήθηκε σε συστηματικό βαθμό. Η Βιομηχανική Επανάσταση και η τεχνολογική πρόοδος που σημειώθηκε έκτοτε οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην αξιοποίηση των αποθεμάτων άνθρακα στις ΗΠΑ και στις χώρες της Κεντρικής Ευρώπης.

Ο εντοπισμός του άνθρακα και η εκμετάλλευσή του πραγματοποιείται με εξορύξεις. Οι πιο γνωστές μορφές του άνθρακα είναι η τύρφη που θεωρείται πρόδρομος του, ο υποασφαλτούχος και ο λιγνίτης που συνιστούν τους ελαφρείς

¹⁹ Nersesian R.L., Energy for the 21st Century A Comprehensive Guide to Conventional and Alternative Sources, M.E. Sharpe, 2006, σελ.255-258.

²⁰ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources, Springer Netherlands, 2009, σελ.362-367.

άνθρακες, και ο ασφαλτούχος και ο ανθρακίτης που αποτελούν τις δύο πιο σκληρές μορφές του ²¹. Υπάρχουν δύο είδη εξόρυξης, η υπέργεια και η υπόγεια.

Η υπέργεια εξόρυξη λαμβάνει χώρα μέσω των μεθόδων του strip mining και του mountain top mining. Αποτελεί την πιο συνηθισμένη μέθοδο εξόρυξης. Η μέθοδος του strip mining συνιστά την υπέργεια εξόρυξη η οποία προτιμάται όταν ο άνθρακας βρίσκεται σε σχετικά σημαντική απόσταση πάνω από το έδαφος (200 πόδια). Επιπλέον, είναι πιο οικονομική και αποτελεσματική σε σχέση με την υπόγεια εξόρυξη. Η μέθοδος του mountain top mining, όπως δηλώνει και το όνομά της αφορά τις εξορύξεις που γίνονται σε μεγάλο υψόμετρο όπως στα ψηλά σημεία ενός βουνού. Είναι ένας καινοτόμος τρόπος εξαγωγής άνθρακα ο οποίος στηρίζεται στον καθαρισμό του βουνού από την βλάστηση και στη συνέχεια στα ανοίγματα με εκρήξεις.²²

Η υπόγεια εξόρυξη πραγματοποιείται στις περιπτώσεις όπου ο άνθρακας ανιχνεύεται σε μεγάλα βάθη από την επιφάνεια της Γης. Εν προκειμένω, κατασκευάζονται σύρραγες οι οποίες μεταφέρουν τους εργάτες στον χώρο εργασίας του όπου πραγματοποιούν τις εξορύξεις. Στην υπόγεια εξόρυξη συναντούμε το room and pillar mining και το longwall mining. Στο room and pillar mining ένα μεγάλο μέρος του άνθρακα παραμένει στο ορυχείο προκειμένου να στηρίζονται οι τοίχοι και η οροφή. Στο long wall mining, επιδιώκεται η κατάρρευση του χώρου όπου έχει εξορυχθεί ο άνθρακας διευκολύνοντας την εξόρυξη στα υπόλοιπα τμήματα του ορυχείου.²³

Όπως κάθε δραστηριότητα εξόρυξης ορυκτών πόρων έτσι και στην περίπτωση του άνθρακα υπάρχουν οικονομικά και όχι μόνο κόστη που τη συνοδεύουν. Το παραγωγικό κόστος επηρεάζεται από την περιοχή και την ασκούμενη μέθοδο εξόρυξης. Σήμερα, η χρήση των νέων μεθόδων παραγωγής και η βελτίωση του εξοπλισμού των ανθρακωρήχων έχει προκαλέσει μείωση του τελικού κόστους αξιοποίησης του άνθρακα.²⁴

²¹ Nersesian R.L., Energy for the 21st Century A Comprehensive Guide to Conventional and Alternative Sources, M.E. Sharpe, 2006, σελ.82.

²² Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources, Springer Netherlands, 2009, σελ.179-185.

²³ Ibid.

²⁴ Ibid.

Μία απαραίτητη διαδικασία προκειμένου να καταστεί εκμεταλλεύσιμος ο άνθρακας είναι ο καθαρισμός του. Αντικείμενο της εν λόγω διαδικασίας είναι η απομάκρυνση όλων των περιττών στοιχείων όπως η υγρασία, η σκόνη αλλά και το θείο για να επιτευχθεί μείωση του μεταφορικού κόστους και βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Τα αποτελέσματα είναι ευεργετικά καθώς εκτός από τα οικονομικά οφέλη μειώνονται σημαντικά και οι εκπομπές στο περιβάλλον. Ο καθαρισμός υποδιαιρείται σε φυσικό και χημικό. Ο φυσικός καθαρισμός εστιάζει στην αφαίρεση ρύπων από τον άνθρακα με τη χρήση μιας μηχανικής διαδικασίας. Αντίστοιχα, ο χημικός καθαρισμός επιδιώκει την απομάκρυνση του θείου.²⁵

Η ανάπτυξη τεχνολογιών καθαρού άνθρακα (CCT) προέκυψε αναπόφευκτα λόγω των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλεί η καύση του άνθρακα. Οι συγκεκριμένες τεχνολογίες αποσκοπούν στον περιορισμό των εκπεμπόμενων ρύπων αλλά και στην αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας από τον άνθρακα. Ένας από τους κεντρικούς στόχους είναι η μείωση της ποσότητας άνθρακα που απαιτείται για την παραγωγή ενέργειας καθώς αυτό θα σημαίνει και λιγότερη περιβαλλοντική ρύπανση.²⁶

Ο συνδυασμός της αύξησης της ενεργειακής αποδοτικότητας από συγκεκριμένη ποσότητα άνθρακα και της μείωσης των εκπομπών στο περιβάλλον αποτελεί βασική επιδίωξη των CCT. Σε διεθνές επίπεδο, η Διεθνής Υπηρεσία Ενέργειας (IEA) στο πλαίσιο των διεθνών συνεργασιών των κρατών στον τομέα της ενεργειακής ασφάλειας και της χρήσης καθαρής ενέργειας, δημιούργησε το πρόγραμμα για την έρευνα του άνθρακα (IEA Coal Research) στο οποίο μετέχουν οι αντιπρόσωποι των συμβαλλόμενων μερών. Το IEA Clean Coal Center ασχολείται με την προώθηση σχεδίων που θα στηρίζουν την αποδοτική χρήση του άνθρακα με σεβασμό στο φυσικό περιβάλλον. Συνολικά η CCT έχει αναμφισβήτητα θετικές συνέπειες για τον περιβάλλον, την υγεία αλλά και για την οικονομία.²⁷

²⁵ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources, Springer Netherlands, 2009, σελ.179-185.

²⁶ Perry M.B., "Clean Coal Technology" στο Encyclopedia of Energy, επιμ., Cleveland C.J., Elsevier, 2004, σελ.343-357. Διαθέσιμο στο

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B012176480X002898> Ημ. Εισόδου: 31/7/2016.

²⁷ Ibid.

Ο άνθρακας μεταφέρεται μέσω τρένων, φορτηγών, θάλασσας και ποταμών, αγωγών και μεταφορέων. Η πιο συνηθισμένη μεταφορά γίνεται μέσω τρένων.²⁸

Παρά την τεχνολογική πρόοδο, τα τρένα εξακολουθούν να αποτελούν το κυρίαρχο μεταφορικό μέσο άνθρακα. Είναι χαρακτηριστικό ότι στις Ηνωμένες Πολιτείες το 64% των μεταφορών άνθρακα το 2004 πραγματοποιήθηκε μέσω των σιδηροδρόμων. Παρόλα αυτά, δεν αναμένεται κάποια βελτίωση στον συγκεκριμένο τρόπο μεταφοράς λόγω μια σειράς παραγόντων όπως η τιμή, η προσφορά και η ζήτηση για άνθρακα και κυρίως τα προβλήματα στην υγεία των εργατών που ασχολούνται με την εν λόγω ενεργειακή πηγή. Επίσης, η αύξηση της χωρητικότητας των τρένων απαιτεί επενδύσεις σε φορτηγά και είναι εξαρτημένες από την διατήρηση των εσόδων από τον άνθρακα σε υψηλά νούμερα κάτι το οποίο επηρεάζεται από την κατανάλωση άνθρακα αλλά και από τον αριθμό των εργαζομένων. Επιπλέον, οι αμαξοστοιχίες που μεταφέρουν άνθρακα είναι επιρρεπείς σε ακραίες καιρικές συνθήκες καθώς η σφοδρή χιονόπτωση μπορεί να εμποδίσει την έγκαιρη παράδοση του φορτίου.²⁹ Η αξιοποίηση των τρένων παραμένει μέχρι σήμερα προτεραιότητα στην μεταφορά άνθρακα.

Ο άνθρακας είναι μία σχετικά ευπρόσιτη ενεργειακή μορφή με τις μεθόδους των υπέργειων και υπόγειων εξορύξεων. Το μειονέκτημα της σημαντικής περιβαλλοντικής επιβάρυνσης του άνθρακα επιχειρείται τα τελευταία χρόνια να αντισταθμιστεί με την ανάπτυξη τεχνολογιών καθαρού άνθρακα οι οποίες επιχειρούν να βελτιώσουν συνολικά την παραγωγική διαδικασία. Η μεταφορά του δια μέσου τρένων είναι ο πιο βατός τρόπος μεταφοράς και στις μέρες μας.

4. Πυρηνική Ενέργεια

Η πυρηνική ενέργεια παράγεται από τη σχάση του ουρανίου, ενός ορυκτού το οποίο παράγει τρομακτική ποσότητα ενέργειας. Μια πολύ μικρή ποσότητα ουρανίου μπορεί να παράξει πολλαπλάσια ποσότητα ενέργειας. Παρά τους κινδύνους και τις επικρίσεις που έχει δεχθεί η πυρηνική ενέργεια εξακολουθεί να είναι μία από τις αξιοποιήσιμες

²⁸ Miller B.C., Clean Coal Engineering Technology, Butterworth Heinemann, 2011, σελ.104.

²⁹ “Coal Resource, Reserve and Quality Assesments” στο Coal: Research and Development to Support National Energy Policy, Committee on Coal Research, Technology, Resource Assesments to Inform Energy Policy; Board on Earth Sciences and Resources; Division on Earth and Life Studies; National Research Council, The National Academies Press, 2007, σελ.43-56. Διαθέσιμο στο <https://www.nap.edu/read/11977/chapter/5> Ημ. Εισόδου: 29/7/2016.

μορφές ενέργειας και αξιοποιείται ιδιαίτερα από τις χώρες που έχουν έλλειψη ενεργειακών πηγών.

Καθοριστικής σημασίας για την πυρηνική ενέργεια είναι οι διαδικασίες της πυρηνικής σχάσης και του κύκλου πυρηνικού καυσίμου. Οι διαδικασίες αυτές αποτελούν ουσιαστικά τη διαδικασία παραγωγής της πυρηνικής ενέργειας. Κατά την πυρηνική σχάση έχουμε διαχωρισμό των ατόμων του ουρανίου από τον οποίο απελευθερώνεται πολύ μεγάλη ποσότητας ενέργεια. Το ουράνιο αποτελεί την κύρια πηγή της πυρηνικής ενέργειας.

Μείζονος σημασίας για την αξιοποίηση του ουρανίου είναι ο κύκλος πυρηνικού καυσίμου. Συστατικό στοιχείο της λειτουργίας του είναι η επαναχρησιμοποίηση καυσίμων προκειμένου να μην υπάρχει περιβαλλοντική ρύπανση από την παραγωγή νέων καυσίμων. Ουσιαστικά ο κύκλος αυτός μπορεί να παραλληλιστεί με την ανακύκλωση. Κεντρικό ρόλο επιτελούν η εξόρυξη, η έλαση του ουρανίου και ο εμπλουτισμός του. Επιπροσθέτως, διακρίνεται σε *once through* κύκλο και κλειστού καυσίμου κύκλο.³⁰

Στον *once through* κύκλο, το εμπλουτισμένο ουράνιο αποστέλλεται για παρασκευή. Το καύσιμο έχοντας λάβει μια προστατευτική επικάλυψη εναλλάσσεται μέσω του πυρήνα αντίδρασης. Μόλις καταναλωθεί, μεταφέρεται σε μια δεξαμενή αποθήκευσης στην οποία αποσυντίθεται κατά τη διάρκεια μιας πολύ μακριάς χρονικής περιόδου. Εναλλακτικός τρόπος αποσύνθεσης είναι η υγρή αποθήκευση που προτιμάται για τα χρησιμοποιηθέντα καύσιμα μετά από την παραμονή τους για ένα εύλογο χρονικό διάστημα στις δεξαμενές. Η μέθοδος αυτή αποβλέπει στην εξοικονόμηση χώρου στις δεξαμενές αποθήκευσης.³¹

Ο κύκλος κλειστού καυσίμου έχει τον ίδιο στόχο με τον *«once through cycle»* καθώς επιδιώκει την αποθήκευση των καυσίμων που έχουν καταναλωθεί. Η διαφορά μεταξύ τους έγκειται στην κατάληξη της διαδικασίας. Ο κύκλος κλειστού καυσίμου εισάγει την ανακύκλωση ως μέρος της διαδικασίας διαχείρισης των χρησιμοποιούμενων καυσίμων στοχεύοντας στην επαναχρησιμοποίησή τους. Μετά την εκ νέου επεξεργασία των καυσίμων κατά την οποία διαχωρίζεται το υλικό

³⁰ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources, Springer Netherlands, 2009, σελ.484-487.

³¹ Ibid.

καύσιμο από το επικαλυπτόμενο υλικό, εξάγεται το ουράνιο και το πλουτόνιο τα οποία προορίζονται για ανακύκλωση. Η ανακύκλωσή του γίνεται με τη χρήση αντιδραστήρα ισχύος νερού (light water power reactor) ή με τη χρήση γρήγορου αντιδραστήρα. Η ποσότητα του ουρανίου που εξάγεται από τα ορυκτά καθορίζεται από την τιμή του.³²

Η εκμετάλλευση του ουρανίου για την παραγωγή πυρηνικής ενέργειας καθίσταται εφικτή μέσα από συγκεκριμένα στάδια. Πρόκειται για την εξόρυξη και άλεση, την μετατροπή, τον εμπλουτισμό, την παρασκευή καυσίμου, την λειτουργία του αντιδραστήρα, την εκ νέου επεξεργασία, τη σταθεροποίηση και ακινητοποίηση καθώς επίσης και την τελική διάθεση.

Το ουράνιο παράγεται και εξορύσσεται από δευτερογενείς πηγές όπου υφίσταται διαχωρισμός του ουρανίου από τους υπόλοιπους ορυκτούς πόρους με απώτερο στόχο να καταστεί εκμεταλλεύσιμο. Συγκεκριμένα, η εξόρυξη πραγματοποιείται από ανοιχτού λατομείου (open pit) και βαθιάς ακτίνας (deep shaft) ορυκτά χάρη σε συμβατικές τεχνικές εξόρυξης. Τα ορυκτά αυτά σπάνε και από τα θραύσματά τους λαμβάνεται το ουράνιο με τη χρήση είτε θεικού οξέος είτε ανθρακικού νατρίου και διττανθρακικού. Μετά την χρήση τεχνικών υγροποίησης μετατρέπεται σε yellowcake (ουράνια) το οποίο οφείλει την ονομασία του στο κίτρινο χρώμα που αποκτά.³³ Η εξερεύνησή του είναι μία σχετικά μακρόχρονη διαδικασία που είναι απόλυτη προτεραιότητα για να ακολουθήσουν στη συνέχεια οι επενδύσεις για την εκμετάλλευση των αποθεμάτων του.³⁴

Η υπόγεια εξόρυξη είναι η πιο δημοφιλής μέθοδος εξόρυξης ουρανίου παγκοσμίως. Επίσης, είναι η ίδια μέθοδος που χρησιμοποιείται και στην περίπτωση του άνθρακα.

Στο στάδιο του εμπλουτισμού, παρουσιάζεται αύξηση της συγκέντρωσης ισοτόπων U-235 από 0,71% σε 5% κατά βάρος.

³² Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources, Springer Netherlands, 2009, σελ.484-487.

³³ Andersen P.K., Ghassemi A., Ghassemi M., "Nuclear Waste" στο Encyclopedia of Energy, Elsevier, επιμ., Cleveland C.J., 2004, σελ. 449-463. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00414-9> Ημ. Εισόδου: 31/7/2016.

³⁴ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources, Springer Netherlands, 2009, σελ. 481-490.

Για την παρασκευή των καυσίμων, δύναται να συμπεριληφθεί οξείδιο του ουρανίου, το οποίο συναντάται στις περισσότερους εμπορικούς αντιδραστήρες ισχύος, ενώ ακόμα μπορεί να υπάρχει μεταλλικό ουράνιο και συνδυασμός ουρανίου και οξειδίων πλουτωνίου. Στο στάδιο της εσωτερικής αποθήκευσης, ο αντιδραστήρας καυσίμου λόγω των προϊόντων της σχάσης εμφανίζεται ιδιαίτερα ζεστός και με έντονη την παρουσία της ραδιενέργειας. Τα χρησιμοποιηθέντα καύσιμα αποθηκεύονται σε δεξαμενές ψύξης για όσο διάστημα απαιτείται προκειμένου να βρεθεί σε ασφαλή επίπεδα η ραδιενέργεια.³⁵

Μετά το πέρας αυτής της διαδικασίας, το επεξεργασμένο ουράνιο συλλέγεται και, όντας πλέον εκμεταλλεύσιμο, αποθηκεύεται. Η εκ νέου επεξεργασία του ακτινοβολούντων καυσίμων αποσκοπεί στην αποκατάσταση του ουρανίου και του πλουτωνίου για να είναι εκ νέου αξιοποιήσιμα. Στο στάδιο της σταθεροποίησης και ακινητοποίησης, η υγρή μορφή των αποβλήτων υφίσταται ασβεστοποίηση και μετατρέπεται σε σκόνη για εκ νέου μετατροπή σε γυαλί προκειμένου να αποθηκευτεί για μακρά περίοδο. Η τελική διάθεση απαιτεί πολλά χρόνια για να έχει απτά αποτελέσματα και συνήθως *παίρνει τη μορφή της βαθιάς γεωλογικής αποθήκευσης σε σταθερό κρυστάλλινο βράχο.*³⁶

Η πιο κρίσιμη και καθοριστική πολιτική εκμετάλλευσης της πυρηνικής ενέργειας σχετίζεται με την διαχείριση των παραγόμενων αποβλήτων. Το βασικότερο μειονέκτημα της πυρηνικής ενέργειας εναπόκειται στην παραγωγή λίγων αλλά πάρα πολύ επικίνδυνων ουσιών οι οποίες απειλούν το φυσικό περιβάλλον αλλά και την ανθρώπινη υγεία με επιπτώσεις μη αναστρέψιμες.

Τα πιο σημαντικά απόβλητα της πυρηνικής ενέργειας αποθηκεύονται σε αντιδραστήρα καυσίμου ή σε γυαλί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το σημερινό ενδιαφέρον για την αποκατάσταση του ουρανίου και του πλουτωνίου αντανακλά την ανάγκη μείωσης της παραγόμενης ραδιενέργειας λόγω των δυσμενών επιπτώσεων της. Επίσης, η ποικιλομορφία των πυρηνικών αποβλήτων έχει καταστήσει αναγκαία

³⁵ Andersen P.K., Ghassemi A., Ghassemi M., "Nuclear Waste" στο Encyclopedia of Energy, Elsevier, επιμ., Cleveland C.J., 2004, σελ. 449-463. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00414-9> Ημ. Εισόδου: 31/7/2016.

³⁶ Ibid.

την διαχείριση τους η οποία αποτελεί και προτεραιότητα στην χρήση της πυρηνικής ενέργειας.³⁷

Επιπλέον, η διαχείριση των πυρηνικών αποβλήτων εξαρτάται από τον τύπο των αποβλήτων όπως επίσης και από τον βαθμό επικινδυνότητάς τους. Για την επιτυχία της εν λόγω διαδικασίας εφαρμόζονται τρεις γενικές αρχές. Η πρώτη είναι η αρχή της συγκέντρωσης και του περιορισμού, η δεύτερη της αραίωσης και του διασκορπισμού και η τρίτη της καθυστέρησης και της αποσάθρωσης. Οι δύο πρώτες αρχές υλοποιούνται και στα μη ραδιενεργά απόβλητα. Αμφότερες απεργάζονται είτε την συγκέντρωση, απομόνωση και διάλυση των ουσιών αυτών, είτε την διάλυση μόνο των πλέον επικίνδυνων ουσιών με τις ουσίες που παραμένουν να ενέχουν όσο το δυνατόν λιγότερο καταστροφικές συνέπειες για το περιβάλλον. Η τρίτη περίπτωση εφαρμόζεται μόνο για τα ραδιενεργά απόβλητα και αφορά την αποθήκευση τους η οποία με τη σειρά προκαλεί πτώση της ραδιενέργειας στην περιοχή.³⁸

Τα πυρηνικά απόβλητα διακρίνονται σε χαμηλού επιπέδου, ενδιάμεσου επιπέδου και υψηλού επιπέδου. Τα χαμηλού επιπέδου απόβλητα προέρχονται από νοσοκομεία πανεπιστήμια και τη βιομηχανία και εναποτίθενται σε αβαθείς χωματερές. Η εν λόγω εναπόθεση οφείλεται στον μικρό βαθμό επικινδυνότητας που τα χαρακτηρίζει. Τα ενδιάμεσου επιπέδου απόβλητα προέρχονται από την πυρηνική βιομηχανία και τους ερευνητικούς αντιδραστήρες. είναι πιο επικίνδυνα από τα χαμηλού επιπέδου και απαιτείται η ορθή αποθήκευσή τους για την προφύλαξη της ανθρώπινης υγείας. Τα υψηλού επιπέδου απόβλητα είναι τα πιο ραδιενεργά απόβλητα. Είναι χαρακτηριστικό ότι εκπέμπουν το 95% της συνολικής ραδιενέργειας. Συνηθέστερη διαχείριση τους είναι η εκ νέου επεξεργασία τους και κατόπιν η αποθήκευσή τους σε δεξαμενές ψύξης.³⁹

Ο στόχος της βέλτιστης διαχείρισης των πυρηνικών αποβλήτων επιτυγχάνεται και με την χρήση τεχνολογιών διαχωρισμού τους. Η εκ νέου επεξεργασία των αποβλήτων έχει ως συνέπεια και την παράπλευρη παραγωγή αποβλήτων τα οποία και πρέπει να αντιμετωπιστούν. Οι κυριότερες τεχνολογικές καινοτομίες που έχουν

³⁷ Hore-Lacy I., Nuclear Energy in the 21st Century, Academic Press, 2006, σελ.76-78.

³⁸ Ibid.

³⁹ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources, Springer Netherlands, 2009, σελ.612-621.

αναπτυχθεί και εφαρμόζονται στο εν λόγω πεδίο είναι οι TRUEX, SREX, CCD-PEG, TALSPEAK, η εξαγωγή ιόντος και η εκ νέου επεξεργασία των αποβλήτων θορίου.⁴⁰

Η τεχνολογία TRUEX επιδιώκει την απομάκρυνση στοιχείων όπως το Np από χλωρίδια ρεύματα αποβλήτων. Η τεχνική αυτή βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο. Η SREX αποσκοπεί στην απομάκρυνση των Cs και Sr από τα καύσιμα επιταχύνοντας έτσι τον χρόνο διάσπασής τους. Θεωρείται ότι η μελλοντική πρακτική της εφαρμογής θα επιφέρει θετικά αποτελέσματα στη διαχείριση των αποβλήτων.⁴¹

5. Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Μία από τις πιο σημαντικές μορφές ενέργειας παγκοσμίως είναι η υδροηλεκτρική ενέργεια γνωστή και ως υδροδυναμική. Κεντρικό ρόλο διαδραματίζει το νερό, η πτώση του οποίου συντελεί στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αποτελεί ανανεώσιμη μορφή ενέργειας χωρίς άμεση παραγωγή αποβλήτων και με ελάχιστη εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα. Από το σύνολο των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, η παρούσα είναι η πλέον διαδεδομένη.⁴²

Η ηλεκτροπαραγωγή προέρχεται από την κίνηση του νερού. Συγκεκριμένα, η κινητική ενέργεια που προκαλεί η πτώση του νερού από ένα μεγαλύτερο ύψος κινεί τις λεπίδες της γεννήτριας μετατρέποντας την κινητική ενέργεια σε μηχανική. Με τη σειρά της η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό με τη χρήση του άξονα στρόβιλου.⁴³ Επιπροσθέτως, η ηλεκτροπαραγωγή καθορίζεται από την ποσότητα του νερού που μεταφέρεται από τον στρόβιλο διευκολύνοντας την εισδοχή νέου νερού όπως επίσης και στα συστήματα που διαθέτουν ταμιευτήρα.⁴⁴

Οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας διαφέρουν σε μέγεθος και φύση από τις μονάδες των υπόλοιπων μορφών ενέργειας. Η κυριότερη διαφορά σχετίζεται με το μέγεθος του φράγματος, με τα μεγάλα φράγματα να βρίσκονται κυρίως σε μεγάλο υψόμετρο και σε απομακρυσμένες περιοχές, χωρίς να υπολογίζουμε τους

⁴⁰ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources, Springer Netherlands, 2009, σελ.612-621.

⁴¹ Ibid.

⁴² Carrasco F., Introduction to Hydropower, The English Press, 2011, σελ.29.

⁴³ Sommers G.L., "Hydropower Water Resource", στο Encyclopedia of Energy, επιμ., Cleveland C.J., Volume 3, Elsevier Inc., 2004, σελ.325-332. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00339-9> Ημ. Εισόδου: 25/8/2016.

⁴⁴ Forsund F.R., Hydropower Economics, International Series In Operations Research & Management Science, Springer US, 2007, σελ.13.

τοπικούς πληθυσμούς που ενέχουν περιορισμένες επιπτώσεις στο οικοσύστημα. Στις πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές η ηλεκτροπαραγωγή δεν είναι απαραίτητα άμεση προτεραιότητα καθώς η δημιουργία των φραγμάτων προστατεύει τις περιοχές από πλημμύρες.⁴⁵ Μια τυπική μονάδα παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας διαθέτει έναν μηχανισμό παραγωγής της ενέργειας, ένα φράγμα το οποίο ελέγχει τη ροή του νερού και ένα ταμιευτήρα που παίρνει τη μορφή της λίμνης στην οποία το νερό αποθηκεύεται.⁴⁶ Με βάση το μέγεθος του φράγματος γίνεται και η κυριότερη διάκριση των υδροηλεκτρικών μονάδων που χωρίζονται σε μικρά και μεγάλα υδροηλεκτρικά συστήματα.

Τα μικρά υδροηλεκτρικά συστήματα είναι φιλικά στο περιβάλλον καθώς οι επιπτώσεις τους είναι πιο περιορισμένες σε σχέση με τα μεγάλα υδροηλεκτρικά λόγω του μικρότερου μεγέθους του φράγματος. Συχνά γίνεται αναφορά σε αυτά με τη φράση “run of river” που δηλώνει ότι τα μικρά φράγματα λειτουργούν αποθηκεύοντας λίγο ή και καθόλου νερό. Η μεγάλη ποικιλομορφία στο συγκεκριμένο είδος αποτελεί τροχοπέδη στον προσδιορισμό συγκεκριμένων χαρακτηριστικών της εν λόγω κατηγορίας. Γενικά, η παραγωγικότητά τους κυμαίνεται μεταξύ 2,5 με 25MW με τα 10MW να θεωρείται στις περισσότερες χώρες το ανώτατο όριο.⁴⁷ Αποβλέπουν κυρίως στην ηλεκτροδότηση των μικρών κοινοτήτων ή βιομηχανικών μονάδων. Επιπροσθέτως, δύνανται να παρέχουν ενέργεια στο συμβατικά δίκτυα ηλεκτρισμού λόγω του χαμηλού κόστους τους ενώ εγκαθίστανται ακόμα και σε απομονωμένες περιοχές χωρίς οικονομικό ενδιαφέρον και με αποκοπή από το δίκτυο ηλεκτροδότησης. Οι περιορισμένες περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις τα καθιστούν περισσότερο φιλικά στο περιβάλλον σε σχέση με τα μεγάλα υδροηλεκτρικά.⁴⁸

Τα μεγάλα υδροηλεκτρικά συστήματα παρέχουν ενέργεια μεγαλύτερη των 10 MW με το στοιχείο αυτό να τα ξεχωρίζει, από τα μικρά υδροηλεκτρικά. Επίσης, οι μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι οι μεγαλύτερες σε μέγεθος εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας με δυνατότητες ορισμένων εξ αυτών στην ηλεκτροπαραγωγή

⁴⁵ Koch F.C., Hydropower –the politics of water and energy: Introduction and overview, Energy Policy, 30, 2002, σελ.1209. Διαθέσιμο στο [http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4215\(02\)00081-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00081-2). Ημ. Εισόδου: 25/8/2016.

⁴⁶ Skipka K. J., Theodore L., Energy Resources Availability Management and Environmental Impacts, CRC Press, 2014, σελ.222.

⁴⁷ Paish O., Small hydro power: technology and current status, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 6, Issue 6, 2002, σελ.537-556. Διαθέσιμο στο [http://dx.doi.org/10.1016/S1364-0321\(02\)00006-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1364-0321(02)00006-0). Ημ. Εισόδου: 25/8/2016.

⁴⁸ Carrasco F., Introduction to Hydropower, The English Press, 2011, σελ.34.

που ξεπερνούν τις αντίστοιχες των πυρηνικών σταθμών. Επιπλέον, η παροχή της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται, σε δημόσια δίκτυα ηλεκτρισμού αλλά ακόμα και για την κάλυψη βιομηχανικών ενεργειακών αναγκών. Παρόλα αυτά, το μεγάλο τους μέγεθος και η κατασκευή τους έχει ως συνέπεια να προκαλούνται σημαντικές φθορές στο φυσικό περιβάλλον, γεγονός το οποίο δεν προσιδιάζει με τις συνέπειες που ενέχει μια ανανεώσιμη μορφή ενέργειας.⁴⁹

Υπάρχουν ακόμα τα μικροϋδροηλεκτρικά και τα pico υδροηλεκτρικά τα οποία αξιοποιούνται για περιορισμένη και επιλεκτική ηλεκτροδότηση. Τα μικροϋδροηλεκτρικά είναι εγκαταστάσεις με παραγωγή 100 KW και παρέχουν ηλεκτρισμό σε ένα απομονωμένο σπίτι ή σε μια μικρή κοινότητα αν και σε μερικές περιπτώσεις επεκτείνονται στα δίκτυα ηλεκτρισμού. Εντοπίζονται συνήθως σε αναπτυσσόμενες χώρες και αποτελούν ιδανικό συμπλήρωμα της ηλιακής ενέργειας τις φορές που η ηλιοφάνεια εκλείπει. Τα pico υδροηλεκτρικά παράγουν μόλις 5 KW ηλεκτρικού ρεύματος και είναι ωφέλιμα σε απομονωμένες κοινότητες που έχουν ανάγκη ελάχιστου ηλεκτρισμού.⁵⁰

Η βασική διάκριση των υδροηλεκτρικών μονάδων γίνεται ανάμεσα σε εκείνες που έχουν μεγάλο ταμιευτήρα και δυνατότητα αποθήκευσης του νερού και σε εκείνες στις οποίες εκλείπουν (run of river) . Η πρώτη κατηγορία παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου του νερού και κατά συνέπεια της ηλεκτροπαραγωγής ενώ η δεύτερη κατηγορία χαρακτηρίζεται από την ελάχιστη έως μηδενική αποθήκευση με σχεδόν αποκλειστική εξάρτηση από τη φυσική ροή του νερού. Ταμιευτήρας μπορεί να είναι ένα ποτάμι ή και μία λίμνη.⁵¹

Οι υδροηλεκτρικές μονάδες “run of river” διακρίνονται σε καθαρές “run of river” χωρίς λίμνη και σε υβριδικές “run of river” με μια μικρή λίμνη. Οι καθαρές μονάδες αξιοποιούν τη ροή του νερού για άμεση λειτουργία της γεννήτριας. Είναι απόλυτα εξαρτημένες από την ποσότητα του τρεχούμενου νερού του ποταμού και για αυτό το λόγο είναι πιο αποδοτικές σε περιόδους με έντονες βροχοπτώσεις. Εξόχως σημαντική, είναι επίσης και η επιλογή του κατάλληλου τεχνολογικού μηχανισμού καθώς πρέπει να είναι προσαρμοσμένος στην ποσότητα του νερού. Η ύπαρξη μιας μικρής λίμνης στο υβριδικό μοντέλο είναι το κυριότερο πλεονέκτημα καθώς αυξάνει σημαντικά την ηλεκτροπαραγωγή, η οποία μπορεί να πραγματοποιείται καθόλη τη διάρκεια της μέρας επιτρέποντας παράλληλα την αναπλήρωση του νερού κατά τη διάρκεια της νύχτας.⁵²

Η υδροηλεκτρική μονάδα του ταμιευτήρα διακρίνεται λόγω της ύπαρξης του ταμιευτήρα που της προσδίδει τη δυνατότητα της αποθήκευσης αξιόλογων ποσοτήτων νερού. Οι εν λόγω μονάδες εντοπίζονται σε ορεινές τοποθεσίες. Το νερό συλλέγεται καθόλη τη διάρκεια του έτους με αποτέλεσμα να υπάρχει διαρκώς

⁴⁹ Carrasco F., Introduction to Hydropower, The English Press, 2011, σελ.33.

⁵⁰ Ibid.

⁵¹ Munoz-Hernandez G.A., Mansour S.P., Jones D.I., Modelling and Controlling Hydropower Plants, Springer Verlag London, 2013, σελ.18-21.

⁵² Ibid.

ηλεκτροπαραγωγή. Επιπλέον, αποτελούν το κύριο χαρακτηριστικό των μεγάλων υδροηλεκτρικών συστημάτων. Για την αποθήκευση του νερού και κατεπέκταση της ενέργειας υπάρχουν οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί. Συγκεκριμένα, πλησίον των ποταμών υπάρχουν δύο ταμιευτήρες οι οποίοι απελευθερώνουν μία ποσότητα νερού με την πτώση του να ενεργοποιεί τις γεννήτριες οι οποίες παράγουν ηλεκτρισμό. Το βάρος του ταμιευτήρα διαφοροποιεί και τους υδροηλεκτρικούς σταθμούς σε χαμηλής μεσαίας και υψηλής κεφαλής. Οι σταθμοί χαμηλής κεφαλής διαθέτουν νερό στη γεννήτρια με ανώτατο ύψος 30 μέτρα και μικρά φράγματα. Οι σταθμοί μεσαίας κεφαλής διαθέτουν νερό με ανώτατο ύψος 300-100 μέτρα με πιο ανθεκτικές γεννήτριες στην ροή του νερού. Στους σταθμούς υψηλής κεφαλής το ύψος του νερού είναι άνω των 100 μέτρων.⁵³ Η διαφοροποίηση των γεννητριών στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς γίνεται διότι η ηλεκτροπαραγωγή γίνεται με ταχύτητα του άξονα για να μην υπάρχει απότομη αλλαγή στην ταχύτητα της τουρμπίνας και της γεννήτριας.⁵⁴

Οι υδροηλεκτρικές μονάδες είναι εγκατεστημένες είτε στη βάση είτε στην κορυφή. Στην πρώτη περίπτωση, επιδιώκεται η συνεχής παροχή ενέργειας σε εθνικό επίπεδο. Το ελεύθερο και ανανεώσιμο νερό την καθιστά περιβαλλοντικά φιλική. Στη δεύτερη περίπτωση, η ηλεκτροπαραγωγή διακόπτεται και εκκινεί με ολιγόλεπτη διακοπή. Οι σταθμοί ασχολούνται και με την μετατόπιση φορτίου και τη συχνότητα ελέγχου. Η μετατόπιση φορτίου αναφέρεται στην αποζημίωση της ακαμψίας των σταθμών άνθρακα και πυρηνικών. Η συχνότητα ελέγχου επιδιώκει την εναρμόνιση της λειτουργίας με τον Grid Code στις περιπτώσεις διακοπής της παραγωγής ή αύξησης του φορτίου.⁵⁵

Εναλλακτικός τρόπος αποθήκευσης της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι το σύστημα της αποθήκευσης αντλούμενης υδροηλεκτρικής ενέργειας (PHES). Το εν λόγω σύστημα μεταφέρει νερό από ταμιευτήρες που βρίσκονται σε χαμηλό υψόμετρο σε ταμιευτήρες με μεγαλύτερο υψόμετρο. Το αποθηκευμένο νερό μεταφέρεται στον ταμιευτήρα για να αντληθεί εκ νέου.⁵⁶ Επίσης, είναι *ευέλικτο στην έναρξη, στη λήξη και διακρίνεται για την ταχύτητα απόκρισης, καθιστά εφικτή την παρακολούθηση των αλλαγών φορτίου και την προσαρμογή σε αυτές όταν γίνονται γρήγορα και επιπλέον καθορίζει τη συχνότητα διατηρώντας την ταχύτητα της τάσης.*⁵⁷

⁵³ Munoz-Hernandez G.A., Mansour S.P., Jones D.I., Modelling and Controlling Hydropower Plants, Springer Verlag London, 2013, σελ.18-21.

⁵⁴ Paish O., "Small hydro power: technology and current status", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 6, Issue 6, 2002, σελ.537-556. Διαθέσιμο στο [http://dx.doi.org/10.1016/S1364-0321\(02\)00006-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1364-0321(02)00006-0). Ημ. Εισόδου: 25/8/2016.

⁵⁵ Munoz-Hernandez G.A., Mansour S.P., Jones D.I., Modelling and Controlling Hydropower Plants, Springer Verlag London, 2013, σελ.18-21.

⁵⁶ Heshmati A., Abolhosseini S., Altmann J., The Development of Renewable Energy Sources and its Significance for the Environment, Springer Verlag Singapur, 2015, σελ.33.

⁵⁷ Rehman S., Al-Hadhrani L.M., Alam M.M., "Pumped hydro energy storage system: A technological review", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 44, 2015, σελ.586-598. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.12.040> Ημ. Εισόδου: 25/8/2016.

6. Αιολική Ενέργεια

Μία από τις κυριότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η αιολική. Ο άνεμος ως ενεργειακή πηγή προέκυψε λόγω της ανάγκης να εξευρεθούν εναλλακτικές πηγές ενέργειας μετά τις πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του '70. Το ξεχωριστό στοιχείο που συναντάμε στην εν λόγω πηγή είναι το γεγονός ότι το σύνολο των χωρών τη διαθέτει τουλάχιστον σε μέγεθος 5 m/s σε ύψος 10 μέτρων το οποίο απαιτείται για την εκμετάλλευσή της, αν και σε πρακτικό επίπεδο διαφοροποιείται λόγω των ιδιαίτερων κλιματολογικών συνθηκών και γεωγραφικών παραγόντων ανά περιοχή. Οι μετρήσεις που γίνονται αφορούν κυρίως τις χερσαίες περιοχές. Τα τελευταία όμως χρόνια, έχουν αναγνωριστεί οι δυνατότητες που προσδίδουν στην εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας οι υπεράκτιες εγκαταστάσεις λόγω της μεγαλύτερης έντασης του ανέμου. Ως ανασταλτικός παράγοντας εμφανίζεται το υψηλότερο οικονομικό κόστος και η δυσκολία πρόσβασης στην ενεργειακή πηγή.⁵⁸ Συνεπώς, οι δυνατότητες της αιολικής ενέργειας είναι ένα ζήτημα που απασχολεί έντονα τη διεθνή κοινότητα.

Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας γίνεται μέσω των συστημάτων μετατροπής της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Η αιολική ενέργεια καθίσταται αξιοποιήσιμη χάρη σε 2 τύπους ανεμογεννητριών: α) κάθετου άξονα (VAWT) και β) οριζόντιου άξονα (HAWT). Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα είναι αυτές οι οποίες χρησιμοποιούνται συστηματικά και αξιοποιούν το σύνολο της αιολικής ενέργειας.⁵⁹

Οι ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα χαρακτηρίζονται από την κίνηση των λεπίδων σε οριζόντιο επίπεδο και την κάθετη κίνηση της κύριας ακτίνας. Το θετικό στοιχείο του συγκεκριμένου τύπου γεννήτριας είναι η τοποθέτηση της γεννήτριας κοντά στο έδαφος κάτι το οποίο σημαίνει ότι δεν χρειάζονται πανύψηλες κατασκευές. Ως μειονεκτήματά του εντοπίζονται η παλλόμενη ροπή του ανέμου στις περιστροφές και η αντίσταση της λεπίδας στους ανέμους. Ο συγκεκριμένος τύπος προτιμάται για την εκμετάλλευση του ανέμου χαμηλής έντασης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η

⁵⁸ Sesto E., Casale C., "Exploitation of wind as an energy source to meet the world's electricity demand", *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Volumes 74-76, Elsevier, 1998, σελ.335-337.

⁵⁹ Valentine S., V., *Wind Power Politics and Policy*, Oxford University Press, 2015, σελ.34-39.

τοποθέτησή του σε κτίρια που αξιοποιούν την μικρότερη ροή ανέμου κοντά στο έδαφος.⁶⁰

Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα είναι οι πιο διαδεδομένες και οι πιο καθοριστικές για την εκμετάλλευση της ισχύος του ανέμου. Αποτελούνται από τον πυλώνα και το ατρακτίδιο το οποίο τοποθετείται στην κορυφή του πυλώνα. Στο ατρακτίδιο βρίσκονται η γεννήτρια, το κιβώτιο ταχυτήτων (gearbox), και ο ρότορας. Η ύπαρξη μηχανισμών, βοηθά το ατρακτίδιο να κινείται στην τροχιά του ανέμου για να είναι αποδοτικό ή να τον απομακρύνουν σε περίπτωση ιδιαίτερα υψηλής έντασης ανέμων. Ο επιδιωκόμενος στόχος είναι αυτός ο οποίος εν τέλει καθορίζει και τον αριθμό των ελίκων της ανεμογεννήτριας.⁶¹

Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα διακρίνονται σε ανεμογεννήτριες με ρότορα τριών ελίκων και σε ανεμογεννήτριες μονού και δύο ελίκων.

Οι ανεμογεννήτριες με ρότορα τριών ελίκων είναι οι πιο εμπορικές παγκοσμίως. Είναι χαρακτηριστικό ότι το 50% της αιολικής ενέργειας συλλέγεται από τις ανεμογεννήτριες με ρότορα τριών ελίκων.⁶² Η συγκεκριμένη κατηγορία διακρίνεται για την ανθεκτικότητά της σε σχέση με τις ανεμογεννήτριες με ρότορα δύο ελίκων. Επίσης, η περιοχή που καλύπτει ονομάζεται σαρώμενη περιοχή. Η συλλεγόμενη ενέργεια καθορίζεται από το μέγεθος της σαρωμένης περιοχής. Τα τελευταία χρόνια γίνονται σημαντικές προσπάθειες για την επέκταση της σαρωμένης περιοχής. Απαραίτητη προϋπόθεση αναδεικνύεται η τοποθέτηση των ανεμογεννητριών σε τεράστιους πυλώνες η οποία ενέχει το πλεονέκτημα της μικρότερης ταραχής των ρευμάτων αέρος.⁶³

Οι ανεμογεννήτριες με ρότορα ενός και δύο ελίκων είναι ο πρόγονος των ανεμογεννητριών με ρότορα τριών ελίκων. Η κυριότερη αδυναμία τους είναι η έλλειψη σταθερότητας των γεννητριών και για αυτό απαιτείται η ύπαρξη μηχανισμών που θα καταπολεμούν τη συγκεκριμένη αδυναμία. Χρήζει αναφοράς το γεγονός ότι έχουν γίνει προσπάθειες για ανεμογεννήτριες με περισσότερους έλικες αλλά δεν

⁶⁰ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 2, Renewable Resources, Springer Netherlands, 2011, σελ.32.

⁶¹ Ackerman T., Soder L., "Wind energy technology and current status: a review", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 4, Elsevier, 2000, σελ.315-374. Διαθέσιμο στο <http://raceadm3.nuca.ie.ufrj.br/buscarace/Docs/tackermann2.pdf> στο Ημ. Εισόδου: 5/8/2016.

⁶² Lynn P.A., Onshore and Offshore Wind Energy An Introduction, Wiley, London, 2012, σελ.63-65.

⁶³ Valentine S.V., Wind Power Politics and Policy, Oxford University Press, 2015 σελ.35-36.

έχουν ανακύψει θετικά αποτελέσματα για να επιδιωχθεί η εφαρμογή τους σε πρακτικό επίπεδο.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα συνολικά είναι η σταθερότητα της κατασκευής ακόμα και σε ακραίες καιρικές συνθήκες, η τοποθέτησή τους σε περιοχές με πολύ μεγάλο υψόμετρο ή και σε υπεράκτιες εγκαταστάσεις καθώς επίσης και το μειωμένο κόστος κατασκευής λόγω της μεγαλύτερης ηλεκτρικής παραγωγής. Στα μειονεκτήματα συγκαταλέγονται η δυσκολία μεταφοράς τους και το υψηλότερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης.⁶⁴

Η συστηματική παραγωγή αιολικής ενέργειας καθίσταται εφικτή μέσα από την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών σε αιολικά πάρκα. Η επιλογή της τοποθεσίας δημιουργίας αιολικού πάρκου είναι ιδιαίτερα κρίσιμη καθώς από την αυτή εξαρτάται πρωτίστως η ενεργειακή αξιοποίηση του ανέμου. Η ένταση του ανέμου από την οποία παράγεται η αιολική ενέργεια διαφέρει ανάλογα την περιοχή, την εποχή και τις καιρικές συνθήκες, το υψόμετρο και το έδαφος. Η μέτρηση της πυκνότητας ισχύος του ανέμου είναι ένας από τους πιο σημαντικούς τρόπους για την εκτίμηση της διαθεσιμότητας του ανέμου σε κάθε περιοχή. Το αποτέλεσμα των μετρήσεων καταδεικνύει και το ύψος της δυνητικά παράγομενης αιολικής ενέργειας. Μια σειρά από παράγοντες κρίνονται βαρύνουσας σημασίας για την επιλογή της τοποθεσίας και του είδους των ανεμογεννητριών οι οποίοι και θα καθορίσουν την επιτυχία του εγχειρήματος. Οι εν λόγω παράγοντες αφορούν την ύπαρξη υψηλής έντασης ανέμου ετησίως, τη χαμηλή αστάθεια, την αξιόλογη απόσταση από κατοικισμένες περιοχές, η πρόσβαση σε δρόμο για βαριά μεταφορά, η υψηλής έντασης σύνδεση στο δίκτυο ηλεκτρισμού, η διαθεσιμότητα του χώρου σε ανεμογεννήτριες για την κάλυψη του διαχειριστικού και νομικού κόστους, η αποδοχή της τοπικής κοινωνίας όπως επίσης και η έλλειψη περιορισμών στην κατασκευή των εγκαταστάσεων.⁶⁵

Τα αιολικά πάρκα διακρίνονται σε παράκτια και υπεράκτια.

Τα παράκτια αιολικά πάρκα είναι οι περιοχές στις οποίες λειτουργούν οι ανεμογεννήτριες όπου αξιοποιούν την κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέποντάς την σε ηλεκτρική ενέργεια. Παρά το γεγονός ότι έχουν την ίδια ισχύ, η ηλεκτρική

⁶⁴ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 2, Renewable Resources, Springer Netherlands, 2011, σελ.26-27.

⁶⁵ Ibid. σελ.48-51.

παραγωγή δύναται να διαφέρει από ανεμογεννήτρια σε ανεμογεννήτρια. Το βασικό μειονέκτημα της αιολικής ενέργειας είναι ότι δεν εγγυάται τη σταθερή παραγωγή ενέργειας καθώς η ένταση του ανέμου διαφέρει ανάλογα με την περιοχή και τις καιρικές συνθήκες. Επιπλέον, η κατασκευή αιολικού πάρκου είναι ιδιαίτερα περίπλοκη και απαιτεί προσεκτικές κινήσεις για την υλοποίησή της.⁶⁶

Για τη δημιουργία του αιολικού πάρκου είναι απαραίτητη η κατανόηση της ενεργειακής πηγής, η εγγύτητα στο ηλεκτροδοτικό δίκτυο, η ασφαλής πρόσβαση στο έδαφος, η πρόσβαση στο κεφάλαιο, η εξεύρεση αξιόπιστου αγοραστή και αγοράς, η εκτίμηση της τοποθεσίας και της υλοποιησιμότητας, η αντίληψη των οικονομικών δεδομένων του αέρα, η διαβούλευση με την τοπική κοινωνία και έλεγχο από ειδικούς, η επιλογή της γεννήτριας και τέλος, η επίτευξη συμφωνίας για την κατασκευή και συντήρηση των ανεμογεννητριών. Η πλήρωση αυτών των στοιχείων θα έχει ως αποτέλεσμα την βέλτιστη δυνατή ενεργειακή απόδοση, σταθερά και σημαντικά οικονομικά έσοδα καθώς επίσης και τη διατήρηση σε άριστη κατάσταση των εγκαταστάσεων.⁶⁷

Η συμφωνία για την τοποθεσία και το σχέδιο εγκατάστασης είναι βασική προτεραιότητα για τη δημιουργία αιολικών πάρκων. Με βάση τους παράγοντες που προαναφέρθηκαν αποφασίζεται η τοποθεσία όπως επίσης και το ύψος της χρηματοδότησης. Αναφορικά με την εκτίμηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προτιμάται η τοπογράφηση της περιοχής προκειμένου να προσδιοριστούν οι παράγοντες που δύνανται να περιορίσουν ή να ευνοήσουν την παραγωγικότητα των ανεμογεννητριών. Σχετικά με την αποδοτικότητα των αιολικών πάρκων, εκπονούνται wake models. Ο ρόλος τους είναι πολύτιμος, τόσο για την εκπόνηση των σχεδίων δημιουργίας αιολικού πάρκου, όσο και για τον υπολογισμό της ταχύτητας του ανέμου. Η αποθήκευση της αιολικής ενέργειας εφαρμόζεται μέχρι στιγμής μόνο για μικρής εφαρμογής εγκαταστάσεις, με τις νέες τεχνολογίες όμως να υπόσχονται επέκταση και στις μεγάλες εγκαταστάσεις.⁶⁸

⁶⁶ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 2, Renewable Resources, Springer Netherlands, 2011, σελ. 48-51.

⁶⁷ Petersen E.L., Madsen P.H., "Wind Farms", στο Encyclopedia of Energy, επιμ., Cleveland C.J., Elsevier, 2004, σελ.449-463. Διαθέσιμο στο [doi:10.1016/B0-12-176480-X/00337-5](https://doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00337-5) Ημ. Εισόδου: 5/8/2016.

⁶⁸ Ibid.

Η έτερη κατηγορία αιολικών πάρκων είναι τα υπεράκτια αιολικά πάρκα τα οποία γνωρίζουν αξιοσημείωτη άνθιση τα τελευταία χρόνια. Η δημιουργία τους οφείλεται στην ανάγκη εύρεσης χώρου για μεγάλα αιολικά πάρκα, στην πρόοδο της τεχνολογίας που καθιστά εφικτή την αυξημένη ενεργειακή παραγωγικότητα από μεγάλες εγκαταστάσεις, στην μεγαλύτερη ισχύ των ανέμων στην υπεράκτιες περιοχές καθώς και στην εμπειρία ανεπτυγμένων χωρών στην αιολική ενέργεια. Όπως είναι φυσιολογικό, οι συνθήκες που αντιμετωπίζουν τα υπεράκτια αιολικά πάρκα είναι ιδιαίτερα σκληρές λόγω της μεγαλύτερης έντασης των ανέμων, των κυμάτων όπως επίσης και των αλάτων της θάλασσας που προξενούν φθορές στις εγκαταστάσεις. Τα χαρακτηριστικά του ανέμου σχετίζονται με την διάτμηση του και την αστάθεια. Αμφότερα, χρησιμοποιούνται, για το είδος και την ανθεκτικότητα των ανεμογεννητριών. Η διάτμηση του ανέμου και η αστάθεια του ανέμου σχετίζεται με την διαφοροποίηση στην κατεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου. Τα θαλάσσια κύματα διακρίνονται σε τακτικά τα οποία είναι ημιτονοειδή και εμφανίζονται σε μεγάλες αποστάσεις, σε άτακτα τα οποία έχουν πιο ακανόνιστο σχήμα και σε τυχαία τα οποία χαρακτηρίζουν τις κυματώδεις θάλασσες. Τα είδη των κατασκευών σε ρηχά και μέτριου βάθους νερά είναι monopile, βαρυτικού θεμελίου και τρίποδα. Το monopile είναι ένας ατσάλινος σωλήνας για βάθος 30-40 μέτρων που συνδέεται με των πυλώνα και αποτελεί τον φθηνότερο τύπο κατασκευής. Η βαρυτικού θεμελίου κατασκευή στηρίζεται στο βάρος για τη διασφάλιση της σταθερότητας της ανεμογεννήτριας και απαιτεί μεγάλη περιοχή βάσης για να λειτουργήσει. Ο τρίποδας είναι τριγωνική ή τετράποδη κατασκευή από σωληνοειδές ατσάλι προστατευμένα με σωρούς που χρησιμοποιείται σε μεσαίο βάθος και έχει αξιοποιηθεί και εταιρείες πετρελαίου και φυσικού αερίου. Σε μεγαλύτερα βάθη δεν υπάρχουν κατασκευές μέχρι στιγμής εκτός από σχέδια τα οποία μιλούν για υποθαλάσσια tension legged πλατφόρμα και δοκού σημαδούρας.⁶⁹

Βασικό στοιχείο για την λειτουργία των υπεράκτιων αιολικών πάρκων είναι η τοποθέτησή τους στο βυθό. Αυτή λαμβάνει χώρα, μέσω της μεταφοράς σωρών στο βυθό και την τοποθέτηση των ανεμογεννητριών. Στη συνέχεια, οι έλικες κινούνται όπως και στα παράκτια πάρκα και η συλλεγόμενη ενέργεια μεταφέρεται μέσω υποθαλάσσιων συρμάτων στον υπεράκτιο μετατροπέα που την μετατρέπει σε

⁶⁹ Lynn P.A., Onshore and Offshore Wind Energy An Introduction, Wiley, London, 2012, σελ.161-166.

ηλεκτρισμό υψηλής ισχύος πριν την μεταφορά του στο χερσαίο σύστημα ηλεκτροδότησης. Η υπεράκτια εγκατάσταση, είναι πολύ σύνθετη διαδικασία με τις περισσότερες δυσκολίες να εντοπίζονται στην υποθαλάσσια εγκατάσταση των καλωδίων.⁷⁰ Σήμερα λειτουργούν υπεράκτια αιολικά πάρκα παγκοσμίως.

Ακόμα, λειτουργούν ανεμογεννήτριες μικρής κλίμακας παραγωγής αιολικής ενέργειας με μέγιστη ισχύ 50 MW. Προτιμώνται από απομονωμένες κοινότητες όπως επίσης και από ιδιώτες για μεγαλύτερη αυτονομία στην ηλεκτροδότηση.⁷¹

Επιπροσθέτως, υπάρχουν δύο σημαντικοί παράγοντες για την ηλεκτρική παραγωγή η αποδοτικότητα και η χωρητικότητα. Η αποδοτικότητα σχετίζεται με την ικανότητα μετατροπής της ενέργειας σε ηλεκτρισμό. Καθώς, η υπάρχουσα τεχνολογία δεν επιτρέπει την 100% εκμετάλλευση της συλλεγόμενης ενέργειας, ένα μέρος της χάνεται κατά τη μετατροπή σε ηλεκτρισμό και παίρνει συνήθως τη μορφή της θερμότητας που δεν είναι εκμεταλλεύσιμη. Η χωρητικότητα αφορά την ικανότητα παραγωγής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες. Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, οι ανεμογεννήτριες θα έπρεπε να λειτουργούν ασταμάτητα για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας σε απόλυτο βαθμό. Συνεπώς, η εκμεταλλεύσιμη αιολική ενέργεια βρίσκεται σε ποσοστό 70%.⁷²

Η συλλεγόμενη ενέργεια από τις ανεμογεννήτριες μεταδίδεται μέσω καλωδίων στην εταιρεία εκμετάλλευσης που αναλαμβάνει την πώλησή της στους καταναλωτές. Ακόμα, χρησιμοποιούνται μηχανισμοί αποθήκευσης της ενέργειας τόσο στις παράκτιες όσο και στις υπεράκτιες εγκαταστάσεις.⁷³ Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η δημιουργία αποθέματος ενέργειας και κατά συνέπεια εξασφαλίζεται η βέλτιστη δυνατή χρήση της.

7. Ηλιακή Ενέργεια

Εξίσου σημαντική με την αιολική είναι και η ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία η οποία συλλέγεται για να παράγει θερμότητα και ηλεκτρισμό. Οι εταιρείες που ασχολούνται με την ηλιακή ενέργεια την

⁷⁰ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 2, Renewable Resources, Springer Netherlands, 2011, σελ.53-55.

⁷¹ Skipka K. J., Theodore L. Energy Resources Availability Management and Environmental Impacts, CRC Press, 2014, σελ.235-236.

⁷² Ibid.

⁷³ Ibid.

μετατρέπουν σε ηλεκτρισμό ενώ τα κτίρια που είναι εφοδιασμένα με ηλιοσυλλέκτες την μετατρέπουν σε θερμότητα.⁷⁴ Οι υφιστάμενοι τεχνολογικοί μηχανισμοί διακρίνονται στη θέρμανση του νερού, στη συγκέντρωση της ηλιακής ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Οι ηλιακές θερμικές τεχνολογίες αποβλέπουν στην αξιοποίηση της ηλιακής θερμότητας. Οι μικρές κατασκευές αξιοποιούν την ηλιακή θερμότητα για την θέρμανση του νερού ενώ αντίστοιχα, οι μεγάλες κατασκευές λειτουργούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.⁷⁵ Η ηλιακή θερμική ενέργεια αποβλέπει στην εξυπηρέτηση των κτιριακών αναγκών ενώ προτιμάται και για οικιακούς σκοπούς. Η πιο γνωστή χρήση της στις οικιακές ανάγκες αφορά την θέρμανση του νερού. Οι ηλιοσυλλέκτες συγκεντρώνουν την ηλιακή ακτινοβολία η οποία θερμαίνει το νερό που βρίσκεται σε δεξαμενές από τις οποίες αξιοποιείται. Αποτελεί μία προσιτή οικονομικά λύση που μειώνει την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα.⁷⁶

Ζεόντα ρόλο στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας διαδραματίζουν οι ηλιοσυλλέκτες. Πρόκειται για τις συσκευές οι οποίες συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία προκειμένου να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια.⁷⁷

Τα συστήματα συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας (CSP) παίρνουν την θερμότητα υψηλής θερμοκρασίας που προέρχεται από τους ηλιοσυλλέκτες και παράγει ενέργεια. Οι ηλιοσυλλέκτες είναι μεγάλοι καθρέπτες οι οποίοι συλλέγουν τις ακτίνες του ήλιου, τις μεταφέρουν στον απορροφητή θερμότητας και από εκεί καταλήγουν σε έναν θερμό μεταφορέα υγρού (HTF). Τα συστήματα CSP είναι ευνοϊκά για κεντρική παραγωγή της ενέργειας καθώς είναι εύκολη η συντήρησή τους όπως και για περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια. Αξιοποιούνται είτε κύκλο ισχύος που μετατρέπει την θερμική ενέργεια σε μηχανική ενέργεια, είτε στον ενδιάμεσο δεύτερο κύκλο.

Η βασική διάκρισή τους γίνεται σε συστήματα επικεντρωμένα σε γραμμή και σε συστήματα επικεντρωμένα σε σημείο. Η διαφορά τους είναι, ότι στην πρώτη περίπτωση η ηλιακή ακτινοβολία συγκεντρώνεται μέσω μονού άξονα

⁷⁴ Maczulac A., Renewable Energy Sources and Methods, Facts On File, 2010, σελ.101.

⁷⁵ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 2, Renewable Resources, Springer Netherlands, 2011, σελ.87-88.

⁷⁶ Ngo C., Natowich J., Our Energy Future Resources, Alternatives and the Environment, Wiley, 2009, σελ.175-180.

⁷⁷ Ibid.

παρακολούθησης, ενώ στην δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιούν διπλό άξονα παρακολούθησης και πολλών ατομικών ηλιοστατών.

Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι η δυνατότητα ύπαρξης συστημάτων αποθήκευσης της ηλιακής ενέργειας. Η συγκεκριμένη δυνατότητα είναι πολύ σημαντική, καθώς καθιστά εφικτή την πρόβλεψη της διαθέσιμης ενέργειας. Επιπλέον το χαμηλό τους κόστος τα καθιστά πιο προσιτά σε σχέση με τις άλλες μεθόδους εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας.⁷⁸

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (PV systems) είναι μία τεχνολογία η οποία μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρισμό. Είναι επίσης γνωστά και ως ηλιακά κύτταρα. Η σημασία τους για τους δορυφόρους είναι πολύ μεγάλη καθώς τους παρέχει ενέργεια και διακρίνονται για την αξιοπιστία τους. Οι κυριότερες εφαρμογές των PV συστημάτων είναι *τα απλά PV συστήματα, τα PV με μπαταρίες αποθήκευσης, τα PV με εναλλακτικό τροφοδότη ενέργειας, τα συνδεδεμένα PV με την τοπική χρησιμότητα, η κλίμακα χρησιμότητας παραγωγής ενέργειας, και τα υβριδικά ενεργειακά συστήματα.*

Το πιο διαδεδομένο υλικό στα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι το πυρίτιο. Το υψηλό κόστος του οδήγησε στην χρησιμοποίηση οικονομικότερων υλικών, γνωστά ως λεπτές μεμβράνες (thin films). Η ηλεκτρική παραγωγή, γίνεται με την αποθήκευση των PV υλικών σε μονάδες. Η πιο γνωστή είναι η επίπεδη πλάκα. Οι τεχνολογίες συγκέντρωσης της ηλιακής ακτινοβολίας διακρίνονται σε χαμηλής (LCPV) και υψηλής συγκέντρωσης (HCPV). Η LCPV απορροφάει με όλα τα φωτοβολταϊκά υλικά την ηλιακή ενέργεια. Αντίθετα, η HCPV χρησιμοποιεί υλικά πυριτίου υψηλής τεχνολογίας που απορροφούν μεγάλης ισχύος ηλιακή ενέργεια.⁷⁹

Η Συγκεντρωτική Ηλιακή Ενέργεια Power (CSP) είναι πολύ διαδεδομένη στον αναπτυσσόμενο κόσμο και αποτελεί εναλλακτική επιλογή στα φωτοβολταϊκά συστήματα. Η λειτουργία της συνίσταται στην συγκέντρωση δεσμών του ηλιακού φωτός, για τη θέρμανση υγρού και την παραγωγή ατμού. Ο ατμός παράγει θέπει σε κίνηση έναν στρόβιλο που με την σειρά του ενεργοποιεί μια γεννήτρια που παράγει ηλεκτρικό ρεύμα. Οι μορφές της είναι οι παραβολικές λεκάνες που χάρη σε κάτοπτρα

⁷⁸ Letcher T.M., Future Energy Improved, Sustainable and Clean Options for Our Planet, Elsevier, 2008, σελ.405.

⁷⁹ Ibid. σελ.386.

θερμαίνουν σωλήνες, οι ηλιακοί πύργοι που με καθρέφτες αντανακλούν τις ακτίνες του ηλίου σε θερμαινόμενο νερό⁸⁰, το γραμμικό σύστημα κατόπτρων Fresnel που είναι επίπεδα και οι δίσκοι Sterling που λειτουργούν όπως τα δορυφορικά πιάτα. Τα οφέλη της CSP είναι οι ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθώς δεν εκπέμπουν ρύπους και επίσης, έχουν μεγαλύτερη αντοχή στο χρόνο σε σχέση με τα φωτοβολταϊκά συστήματα και επιπροσθέτως μεγάλη προβλεψιμότητα η οποία αντικατοπτρίζεται στην μέγιστη δυνατή συγκέντρωση της ηλιακής ενέργειας και την έκλυση της κατά τη διάρκεια της νύχτας.⁸¹

Το κυριότερο μειονέκτημα της ηλιακής ενέργειας είναι η διακοπή της παραγωγής της κατά τη διάρκεια της νύχτας. Το στοιχείο αυτό καταδεικνύει την σημασία της αποθήκευσης της ενέργειας. Η διακοπή της παραγωγής επιτάσσει την αποθήκευση της ήδη συλλεχθείσας ενέργειας, όπως επίσης και την μεταφορά της προκειμένου να χρησιμοποιηθεί άμεσα. Η αποθήκευση πραγματοποιείται με τη χρήση λιωμένων αλάτων. Επίσης, τα φωτοβολταϊκά συστήματα εκτός δικτύου, μετέρχονται επαναφορτιζόμενες μπαταρίες για να αποθηκεύουν πλεονάζων ηλεκτρισμό. Τα συστήματα grid tied αποστέλλουν τον πλεονάζοντα ηλεκτρισμό στο δίκτυο εκπομπής τα οποία λαμβάνουν μονάδες για τη μεταφορά του στο δίκτυο που λειτουργεί ως μηχανισμός αποθήκευσης. Οι μονάδες αυτές καθορίζονται με τον μήνα προκειμένου η ενέργεια να είναι διαθέσιμη όλο το χρόνο.⁸²

8. Γεωθερμία

Η γεωθερμία είναι μία ανανεώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον μορφή ενέργειας. *Αποτελεί θερμότητα εγκατεστημένη στο εσωτερικό της Γης που δημιουργήθηκε από τη βαρυτική ενέργεια και το ραδιενεργό κενό ασταθών ατόμων.* Τα αποθέματά της αναπληρώνονται σε πιο γρήγορο ρυθμό σε σχέση με την κατανάλωσή της γεγονός που την καθιστά ανανεώσιμη μορφή ενέργειας. Αυτό βεβαίως προϋποθέτει τη διατήρηση της βιώσιμης χρήσης της δηλαδή να μην υπερβεί η κατανάλωση τον

⁸⁰ Gereffi G., Dubay K., “Concentrating Solar Power Clean Energy for the Electric Grid”, στο Manufacturing Climate Solutions Carbon-Reducing Technologies and US Jobs, επιμ., Gereffi G., Dubay K., Lowe M., Center on Globalization Governance & Competitiveness, 2008, σελ.1-14. Διαθέσιμο στο http://www.cggc.duke.edu/environment/climatesolutions/greeneconomy_Fullreport.pdf Ημ. Εισόδου: 17/10/2016.

⁸¹ Συγκεντρωτική Ηλιακή Ενέργεια (CSP): η λύση στο γρίφο των ΑΠΕ, 2015. Διαθέσιμο στο <http://www.econews.gr/2015/09/03/sugkentrotiki-iliaki-csp-124801/>.

⁸² Skipka K. J., Theodore L. Energy Resources Availability Management and Environmental Impacts, CRC Press, 2014, σελ.193.

ρυθμό αναπλήρωσης των αποθεμάτων. Είναι λοιπόν θερμική ενέργεια στο υπέδαφος της Γης με το βάθος, στο οποίο βρίσκεται, η κάθε γεωθερμική πηγή να καθορίζει και την χρήση της.⁸³

Ένας, πιο κατατοπιστικός όρος, για τον προσδιορισμό των γεωθερμικών πόρων, είναι ο όρος βάση προσβάσιμων πόρων. Πρόκειται δηλαδή, για τους γεωθερμικούς πόρους οι οποίοι μπορούν να αξιοποιηθούν με την υπάρχουσα τεχνολογία. Η βάση προσβάσιμων πόρων περιλαμβάνει τη βάση χρήσιμων προσβάσιμων πόρων που αποτελούν τα αποθέματα τα οποία είναι εκμεταλλεύσιμα σε διάρκεια ενός αιώνα. Στην ίδια κατηγορία υπάγονται και οι αναγνωρισμένοι οικονομικοί πόροι, οι οποίοι εξάγονται και είναι οικονομικά ανταγωνιστικοί σε σχέση με τους άλλους ενεργειακούς πόρους. Η συνηθέστερη διαφοροποίηση των γεωθερμικών πόρων είναι η ενθαλπία των γεωθερμικών πεδίων. Ενθαλπία είναι η θερμική ενέργεια των γεωθερμικών πεδίων. Γεωθερμικά πεδία είναι τα εκμεταλλεύσιμα γεωθερμικά συστήματα. Με βάση τους όρους αυτούς, οι γεωθερμικοί πόροι, κατατάσσονται σε χαμηλής, μεσαίας και μεγάλης ενθαλπίας. Μεγάλης ενθαλπίας είναι οι γεωθερμικοί πόροι, οι οποίοι αξιοποιούνται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, και μικρής ενθαλπίας εκείνοι που παρέχουν θερμότητα. Τα στοιχεία αυτά είναι απαραίτητα για τον προσδιορισμό του γεωθερμικού πεδίου που δείχνει εάν σε ένα γεωθερμικό σύστημα πραγματοποιείται εξερεύνηση για γεωθερμικές πηγές.⁸⁴

Τα γεωθερμικά συστήματα αποτελούνται από την πηγή θερμότητας, τον ταμιευτήρα και το υγρό. Η πηγή θερμότητας προέρχεται είτε από το μάγμα είτε από τη φυσική θερμοκρασία της Γης, η οποία αυξάνεται στα μεγαλύτερα βάθη. Ο ταμιευτήρας σχηματίζεται από θερμές πέτρες και θερμαίνει το υγρό δηλαδή το νερό. Το ζεστό νερό λόγω της χαμηλής πυκνότητάς του ανεβαίνει στην επιφάνεια και αντικαθίσταται από κρύο νερό υψηλής πυκνότητας.⁸⁵

Οι στόχοι της εξερεύνησης είναι συνοπτικά *η αναγνώριση των γεωθερμικών φαινομένων, η εξακρίβωση της ύπαρξης ενός χρήσιμου γεωθερμικού πεδίου παραγωγής, η εκτίμηση του μεγέθους του πόρου, η απόφαση για τον τύπο του*

⁸³ Stober I., Bucher K., Geothermal Energy From Theoretical Models to Exploration and Development, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2013, σελ.26-28.

⁸⁴ Dickson M.H., Fanelli M., Geothermal Energy, John Wiley & Sons, 1995, σελ.14-16.

⁸⁵ Ghosh T.K., Prellas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 2, Renewable Resources, Springer Netherlands, 2011, σελ.223-224.

γεωθερμικού πεδίου, ο εντοπισμός ζώνων παραγωγής, η λήψη απόφασης για το θερμικό περιεχόμενο των υγρών που εξάγονται από το γεωθερμικό πεδίο, η συλλογή στοιχείων ενάντια στα αποτελέσματα μελλοντικών παρακολουθήσεων, η εξέταση των περιβαλλοντικών δεδομένων και η γνώση όλων των παραμέτρων που δύνανται να δημιουργήσουν προβλήματα κατά τις διαδικασίες εξερεύνησης και εκμετάλλευσης.⁸⁶

Προσφιλή μέθοδο για την εξερεύνηση των γεωθερμικών πηγών αποτελεί η εκπόνηση ενός προγράμματος εξερεύνησης. Η έρευνα που πραγματοποιείται διακρίνεται σε έξι στάδια: α) literature, β) εναέρια, γ) γεωλογική, δ) υδρολογική, ε) γεωχημική και στ) γεωφυσική.

Η literature έρευνα είναι η εξέταση μελετών, συγραμμάτων και επιστημονικών δεδομένων που παρέχουν πληροφορίες σχετικές με τις γεωθερμικές πηγές που βρίσκονται στην περιοχή έρευνας. Η εναέρια έρευνα αφορά την λήψη αεροφωτογραφίας στην περιοχή και αποσκοπεί στην μελέτη των φυσικών χαρακτηριστικών της επιφάνειας του εδάφους προκειμένου η εξερεύνηση να προσαρμοστεί σε αυτά. Η γεωλογική έρευνα πραγματοποιείται στο έδαφος και εξετάζει γεωλογικά στοιχεία όπως ρήγματα, την τοποθεσία και τη φύση θερμικών ενδείξεων. Αρκετές γεωθερμικές πηγές προέρχονται από πρόσφατη δραστηριότητα ηφαιστειών. Η υδρολογική έρευνα στηρίζεται στη μελέτη με τη βοήθεια ενός υδρολόγου της κατάστασης του νερού και συγκεκριμένα της χημικής ανάλυσης της πηγής, τα μετεωρολογικά δεδομένα, τις κινήσεις του νερού στην επιφάνεια και στο υπέδαφος, καθώς επίσης και τη θερμοκρασία και τον ρυθμό ροής των θερμών και κρύων πηγών. Η γεωχημική έρευνα, πραγματοποιείται από τον γεωχημικό, ο οποίος επικεντρώνεται περισσότερο στα χημικά χαρακτηριστικά του νερού και της μορφής του, υγρής ή αέριας. Τέλος, η γεωφυσική περιλαμβάνει την εφαρμογή αρχών της μηχανικής, της θερμικής και ηλεκτρικής επιστήμης στις τεχνικές προσδιορισμού των γεωφυσικών συστημάτων.⁸⁷

Την ολοκλήρωση της έρευνας ακολουθεί ένας γεωλογικός χάρτης ο οποίος, συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της έρευνας, αναδεικνύει τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της πηγής, τις θερμικές εκδηλώσεις, τη σεισμική δραστηριότητα,

⁸⁶ Dickson M.H., Fanelli M., Geothermal Energy, John Wiley & Sons, 1995, σελ.17.

⁸⁷ Di Pippo R., Geothermal Power Plants Principles, Applications Case Studies and Environmental Impact, Elsevier Ltd., 2012, σελ.20-34.

περιγράμματα βαρύτητας και ηλεκτρικής αντίστασης αλλά και τους δρόμους, τα κτίρια και τις κατοικίες της περιοχής.⁸⁸

Η γεωθερμία γίνεται εκμεταλλεύσιμη μέσω της εξόρυξης. Οι γεωθερμικές πηγές βρίσκονται μακριά από τις κατοικήσιμες περιοχές, γεγονός το οποίο επιβάλλει τη διαμόρφωση του χώρου για εξόρυξη του νερού. Κατά συνέπεια, κατασκευάζονται δρόμοι οι οποίοι διευκολύνουν την πρόσβαση μόνο των ειδικών στις περιοχές αυτές και την μεταφορά του εξοπλισμού. Επίσης, γίνονται γεωτρήσεις προκειμένου να εντοπιστεί σε ποιο βάθος βρίσκεται η γεωθερμική πηγή. Στην επόμενη φάση, έχουμε τη γεώτρηση, η οποία πραγματοποιείται με την μέθοδο της περιστροφικής γεώτρησης η οποία είναι η πιο κοινή στην αξιοποίηση της γεωθερμίας. Επιπροσθέτως, για την αποφυγή των εκρήξεων που εγκυμονούν όταν εντοπίζονται πηγές υψηλής πίεσης έχουν τεθεί σε ισχύ κανονισμοί σε κρατικό επίπεδο. Η πιο συνηθισμένη πρακτική είναι η χρήση μηχανισμών πρόληψης των εκρήξεων. Ακόμα, χρησιμοποιούνται ειδικά υλικά κατά την εξόρυξη προκειμένου να αντέχουν στα αέρια που αναδύονται μαζί με το νερό και μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα.⁸⁹

Βαρύνουσας σημασίας για την αποτελεσματική εκμετάλλευση της γεωθερμικής πηγής είναι η εκτίμηση των γεωθερμικών πόρων, ο προσδιορισμός δηλαδή της έκτασης των εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων. Η εκτίμηση αυτή καθορίζει εάν η εκμετάλλευση θα αφορά το τοπικό επίπεδο ή το εθνικό καθώς, αν είναι μεγάλα τα αποθέματα, μπορούν να καλύψουν μεγάλο μέρος των ενεργειακών αναγκών της χώρας. Σε διαφορετική περίπτωση, η αξιοποίηση θα περιοριστεί στο τοπικό επίπεδο. Επιπλέον, επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την τελική απόφαση για επενδύσεις που στοχεύουν στην οικονομική εκμετάλλευση της πηγής. Οι πόροι αναγνωρίζονται χαρτογραφούνται και γίνονται εκμεταλλεύσιμοι με την υπάρχουσα τεχνολογία. Οι εν λόγω πόροι αποτελούν το απόθεμα που είναι εκμεταλλεύσιμο και οικονομικά αποδοτικό και προσδιορίζει τις στρατηγικές εκτίμησης επιπρόσθετων πόρων που δεν έχουν πλήρως ανακαλυφθεί αλλά δύνανται να έχουν οικονομικά οφέλη. Το σύνολο και των δύο συνιστούν τον πόρο.⁹⁰

⁸⁸ Di Pippo R., *Geothermal Power Plants Principles, Applications Case Studies and Environmental Impact*, Elsevier Ltd., 2012, σελ.20-34.

⁸⁹ *Ibid.* σελ.40-47.

⁹⁰ Glassley W.E., *Geothermal Energy Renewable Energy and the Environment*, Second Edition, CRC Press, 2014, σελ.161-169.

Οι δραστηριότητες εξερεύνησης και εκμετάλλευσης των γεωθερμικών πηγών προϋποθέτουν πληροφορίες για την ένταση (πίεση) που έχει ο ταμιευτήρας. Σε περίπτωση έλλειψης σχετικών δεδομένων, βάση πληροφόρησης αποτελούν οι δραστηριότητες των γεωθερμικών πηγών που εκδηλώνονται με φυσικά φαινόμενα και η γνώση και η εμπειρία των γεωλόγων. Για να γίνει σωστή εκτίμηση του πόρου απαραίτητη είναι η γνώση της θερμότητας του ρεζερβουάρ. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται τα γεωθερμόμετρα με τον περιορισμό ότι δεν είναι απόλυτα ακριβή καθώς η πραγματική θερμοκρασία δύναται να διαφέρει από αυτή που δίνουν. Κατά συνέπεια, τα στοιχεία που δίνουν, εξετάζονται με κάποια επιφύλαξη. Η χωρητικότητα της θερμότητας είναι το τρίτο στοιχείο που απαιτείται για μια ολοκληρωμένη εκτίμηση. Είναι μια λειτουργία των μετάλλων που διαμορφώνουν την πέτρα, την ένταση και τη θερμοκρασία όταν βρίσκονται σε υγρή κατάσταση. Το σύνολο αυτών των στοιχείων καθορίζουν και την αποτελεσματικότητα της εξόρυξης.⁹¹

Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, υπάρχουν οι αντίστοιχες γεωθερμικές μονάδες οι οποίες βασίζονται, στην αξιοποίηση του νερού και της θερμότητας. Οι εν λόγω υδροθερμικοί πόροι, οι οποίοι προέρχονται είτε από πηγάδια στεγνού ατμού, είτε από πηγάδια ζεστού ατμού, πρέπει να βρίσκονται σε υψηλή θερμοκρασία προκειμένου να είναι αποδοτικοί. Το ζεστό νερό που προέρχεται από τη γεωθερμική πηγή, χρησιμοποιείται για να δώσει η τουρμπίνα κίνηση στην γεννήτρια για να παράξει ηλεκτρική ενέργεια. Η ίδια λογική παρατηρείται και στην περίπτωση των ανεμογεννητριών. Η θερμοκρασία του υγρού αυτού πέφτει και επιστρέφει μέσω ενός κυκλικού συστήματος στην πηγή θερμότητας. Οι γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας διακρίνονται σε μονάδες στεγνού ατμού, μονάδες γρήγορου (flash) ατμού, μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δυαδικού κύκλου και υβριδικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στην πρώτη περίπτωση έχουμε κυρίως ατμό, ο οποίος οδηγείται κατευθείαν από τον ταμιευτήρα στην τουρμπίνα παραγωγής ηλεκτρισμού με τη βοήθεια ενός μηχανισμού που απομακρύνει τις πέτρες. Στη δεύτερη και πιο γνωστή περίπτωση, το ζεστό νερό μετατρέπεται ταχέως σε ατμό και με τη ισχύ του ατμού και την υπόγεια πίεση δίνει κίνηση στη γεννήτρια. Στην τρίτη περίπτωση, η θερμότητα μεταφέρεται από το νερό

⁹¹ Glassley W.E., Geothermal Energy Renewable Energy and the Environment, Second Edition, CRC Press, 2014, σελ.161-169.

σε άλλα υγρά για την παραγωγή ηλεκτρισμού και στην τέταρτη περίπτωση, έχουμε συνδυασμό της δεύτερης και της τρίτης περίπτωσης.⁹²

Οι πολιτικές εκμετάλλευσης της γεωθερμίας είναι εξελιγμένες και ομοιάζουν σε ένα βαθμό με τις αντίστοιχες για το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Το μέγεθος των αποθεμάτων είναι πολύ σημαντικό καθώς από αυτό θα εξαρτηθεί το μέγεθος της επένδυσης για την εκμετάλλευσή τους.

9. Βιομάζα

Η βιομάζα είναι μία ανανεώσιμη μορφή ενέργειας η οποία πηγάζει από τη χλωρίδα και την πανίδα. Αποτελεί την πιο παλιά ενεργειακή μορφή η οποία αξιοποιούνταν από τον άνθρωπο για θέρμανση, μαγείρεμα και φωτισμό από την προϊστορική εποχή. Οι σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση των ορυκτών πόρων έδωσαν ώθηση στην χρήση της, λόγω της αφθονίας της και της εύκολης διάθεσής της.⁹³

Η διάκριση της βιομάζας γίνεται σε υπολλείματα επεξεργασίας βιομάζας, αστικά στερεά απόβλητα, αστικά απόβλητα, απόβλητα ζώων και ενεργειακές καλλιέργειες. Τα υπολλείματα επεξεργασίας βιομάζας είναι τα υπολείμματα και τα απόβλητα των βιομηχανικών διαδικασιών με χρήση βιομάζας από τα οποία μπορεί να παραχθεί ηλεκτρισμός, ή να καταλήξουν στο χώμα ως λίπασμα. Τα αστικά στερεά απόβλητα προέρχονται από την ξυλεία και τις οικίες ενώ εδώ εντάσσονται και τα χάρτινα απορρίματα. Στα αστικά απόβλητα υπάγονται τα υπολείμματα των βιομηχανιών και των βιοτεχνιών επεξεργασίας ξυλείας. Ως απόβλητα ζώων θεωρούνται τα απόβλητα των βοειδών, των κοτόπουλων και η κοπριά των χοίρων. Η επεξεργασία τους παράγει μεθάνιο, η καύση του οποίου παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Εκτός από την παραγωγή ηλεκτρισμού μέσω της καύσης των αποβλήτων υπάρχει και η δυνατότητα μετατροπής τους σε αέριο. Οι ενεργειακές καλλιέργειες σχετίζονται με την παραγωγή και εκμετάλλευση συγκεκριμένων φυτών από τα οποία παράγεται ενέργεια.⁹⁴

⁹² Skipka K.J., Theodore L., Energy Resources Availability Management and Environmental Impacts, CRC Press, 2014, σελ.245-246.

⁹³ De Jong W., van Ommen R., Biomass as Sustainable Energy Source for the Future Fundamentals of Conversion Processes, Wiley-Alche, 2014, σελ.25-26.

⁹⁴ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 2, Renewable Resources, Springer Netherlands, 2011, σελ.338-341.

Η βιομάζα, ως ενεργειακή πηγή, καθίσταται εκμεταλλεύσιμη με την καύση ξύλου που παράγει θερμότητα. Παρόλα αυτά, η εξαγωγή της πραγματοποιείται και μέσα από τις διαδικασίες της ζύμωσης, της καύσης, της βακτηριακής αποσύνθεσης και της μετατροπής. Κατά τη διαδικασία της ζύμωσης χρησιμοποιούνται ένζυμα για την παραγωγή αλκοόλης/αιθανόλης από φυτά και κυρίως από το καλαμπόκι. Η καύση της βιομάζας από απόβλητα ενεργειακών φυτών παράγει ατμό, ο οποίος με τη σειρά του παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Η βακτηριακή αποσύνθεση αξιοποιεί το παραγόμενο μεθάνιο από την αποσύνθεση οργανικών στοιχείων από βακτήρια ως αέριο για την παραγωγή θέρμανσης και ηλεκτρισμού. Η βιομάζα μετατρέπεται σε μεθάνιο αέριο ή υγρά καύσιμα με θερμότητα ή χημικά για την ηλεκτροπαραγωγή κατά τη διαδικασία της μετατροπής.⁹⁵

Για την αξιοποίηση την βιομάζας έχουν αναπτυχθεί τεχνολογίες οι οποίες την μετατρέπουν σε εκμεταλλεύσιμη ενεργειακή πηγή. Τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας είναι η φυσική προεπεξεργασία της βιομάζας, η θερμοχημική μετατροπή της άμεσης καύσης, η θερμοχημική μετατροπή της αεριοποίησης και η θερμοχημική μετατροπή της ταχείας πυρόλυσης.⁹⁶

Η φυσική προεπεξεργασία της βιομάζας αποτελεί την προετοιμασία της βιομάζας για ενεργειακή αξιοποίηση από τις υπόλοιπες τρεις τεχνολογίες και συνίσταται σε πρώτο στάδιο στη συγκομιδή των οργανικών αποβλήτων. Συγκεκριμένα, συλλέγεται ξυλεία, γεωργικές καλλιέργειες δημητριακών και σταχίου, χορτάρι και υδρόβια βιομάζα. Τα υλικά αυτά αποθηκεύονται εσωτερικά είτε με κάλυμμα ή σεντόνι, είτε χωρίς, και εξωτερικά σε αχυρώνα ή καταφύγιο καθώς οι συνθήκες, όπως η αυξημένη υγρασία, μπορούν να επηρεάσουν το ενεργειακό δυναμικό. Το πλύσιμο/έκπλυση γίνεται με τη χρήση νερού, οξέος ή αμμωνίας για την απομάκρυνση ειδών αλκαλίων και χλωρίου από τη βιομάζα. Η μείωση του μεγέθους με τις τεχνικές του τεμαχίσματος, του θρυμματισμού, της σύνθλιψης και του αλέσματος ή της κονιορτοποίησης αποσκοπεί στην βελτίωση της θερμότητας και στη μαζική μεταφορά χαρακτηριστικών στα επόμενα στάδια προσαρμόζοντας τα σωματίδια πρώτης ύλης της βιομάζας στις εφαρμοζόμενες τεχνολογίες. Στα υπόλοιπα στάδια έχουμε την κατανομή μεγέθους των σωματιδίων με τη χρήση κόσκινων, την

⁹⁵ Skipka K. J., Theodore L. Energy Resources Availability Management and Environmental Impacts, CRC Press, 2014, σελ.270-271.

⁹⁶ De Jong W., van Ommen R., Biomass as Sustainable Energy Source for the Future Fundamentals of Conversion Processes, Wiley-Alche, 2014, σελ.233-380.

απομάκρυνση των μολύνσεων με κοσκίνισμα και ταξινόμηση και τον περιορισμό της υγρασίας που ενδεχομένως να έχει συγκεντρώσει η βιομάζα με φυσικό, μηχανικό και θερμικό στέγνωμα. Τέλος, η ανάπτυξη των τεχνολογιών συμπίεσης της βιομάζας αποβλέπει στην βελτίωση της ποιότητάς της και στην μείωση του κόστους εκμετάλλευσης καθώς επίσης και της μείωσης της μεταφοράς και της αποθήκευσής της.⁹⁷

Η θερμοχημική μετατροπή της άμεσης καύσης ή απλά καύση είναι η διαδικασία κατά την οποία πραγματοποιείται άμεση καύση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας.⁹⁸ Πρόκειται για τον πιο γνωστό τρόπο αξιοποίησης της βιομάζας ως ενεργειακή πηγή κατά τον οποίο η βιομάζα καίγεται σε λέβητες, φούρνους ή σόμπες με αποτέλεσμα την απελευθέρωση της χημικής ενέργειας που διαθέτει. Για την επίτευξή της χρησιμοποιείται η θέρμανση και το στέγνωμα, η πυρόλυση, η καύση φλόγας και η καύση του υπολειματικού άνθρακα. Η θέρμανση, σε θερμοκρασία 100° C, και το στέγνωμα απομακρύνουν πλήρως το νερό και την υγρασία από τη βιομάζα. Στη συνέχεια η πυρόλυση, η χημική αποσύνθεση της βιομάζας, απομακρύνει χημικές ουσίες σε θερμοκρασίες ανάλογες με την κάθε ουσία καθώς επίσης και το οξυγόνο. Η μέτρηση των ποσοστών αποσύνθεσης πραγματοποιείται με τον θερμοβαρυτικομετρητή αναλυτή (TGA), ενώ παράγονται πτητικά αέρια και υπόλειμμα άνθρακα. Οι υπόλοιπες δύο διαδικασίες συμμετέχουν στην καύση της βιομάζας από την οποία η χημική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα από όπου παράγεται ατμός, ο οποίος αντιδρά με τη γεννήτρια στροβίλου και παράγει ενέργεια.⁹⁹

Η θερμοχημική μετατροπή της αεριοποίησης είναι μια άλλη διαδικασία αξιοποίησης της ενέργειας που περιέχει η βιομάζα οι πρώτες ύλες της οποίας μετατρέπονται σε αέρια τα οποία μπορούν να παράξουν θέρμανση και ενέργεια. Διακρίνεται σε θερμαινόμενη αεριοποίηση αέρα, άμεση θερμαινόμενη αεριοποίηση οξυγόνου και έμμεσα θερμαινόμενη αεριοποίηση. Στις δύο πρώτες απαιτείται αέρας και οξυγόνο για τη αντίδραση ενώ η τρίτη περίπτωση γίνεται έξω από τον αεριοποιητή. Στη συγκεκριμένη τεχνική, η αποθήκευση πραγματοποιείται σε μεγάλες

⁹⁷ De Jong W., van Ommen R., Biomass as Sustainable Energy Source for the Future Fundamentals of Conversion Processes, Wiley-Alche, 2014, σελ.233-258.

⁹⁸ Ibid. σελ.270

⁹⁹ Cheng J., Biomass to Renewable Energy Processes, CRC Press Taylor & Francis, 2010, σελ.448-457.

σωρούς και η μεταφορά της βιομάζας στα στάδια της επεξεργασίας γίνεται με γερανούς και συστήματα κλειστών μεταφορών με ιμάντα. Το μέγεθος των σωματιδίων επηρεάζει την αεριοποίηση και για αυτό το λόγο γίνεται έλεγχος του μεγέθους για να γίνει σωστά η αεριοποίηση. Το στέγνωμα γίνεται με προσοχή καθώς το νερό είναι απαραίτητο συστατικό για την αεριοποίηση με αποτέλεσμα να παρακρατείται ποσοστό της τάξεως του 15%.¹⁰⁰

Η θερμοχημική μετατροπή της ταχείας πυρόλυσης μετατρέπει τη βιομάζα σε βιοέλαιο ή έλαιο πυρόλυσης η δύλιση του οποίου παράγει θέρμανση, ηλεκτρισμό, καύσιμα κίνησης και χημικές ουσίες.¹⁰¹

Οι τρεις αυτές τεχνολογίες αξιοποιούν τη βιομάζα και την αναδεικνύουν σε σημαντική πηγή ενέργειας. Η θερμότητα είναι το κύριο χαρακτηριστικό των συγκεκριμένων τεχνικών με τις οποίες πραγματοποιείται καύση και αεριοποίηση που καθιστούν την βιομάζα εκμετάλλευσιμη.

10. Ωκεάνια Ενέργεια

Η θάλασσα καλύπτει το 70% της επιφάνειας της Γης και αποτελεί τον μεγαλύτερο συλλέκτη της ηλιακής ενέργειας και σύστημα αποθήκευσης ενέργειας. Η συλλεγόμενη ενέργεια μπορεί να αναπτυχθεί και να αξιοποιηθεί σε διάφορες μορφές. Η υπάρχουσα τεχνολογία έχει επιτρέψει την ανάπτυξη της κυματικής, της παλιρροιακής/ρευματικής ενέργειας και της μετατροπής της ωκεάνιας θερμικής ενέργειας (OTEC).¹⁰²

Η κυματική ενέργεια είναι μια μορφή ενέργειας η οποία αξιοποιεί την ενέργεια των κυμάτων. Παράγεται από τον άνεμο, αποτέλεσμα της αναδιανομής της ηλιακής ενέργειας από την ατμόσφαιρα.¹⁰³ Ο άνεμος πάνω από την επιφάνεια των ωκεανών παράγει τα κύματα από τα οποία προέρχεται η κυματική ενέργεια. Η ένταση του ανέμου καθορίζει το ύψος και τον όγκο των κυμάτων. Κατά συνέπεια, σε

¹⁰⁰ Bauen A., "Biomass Gasification" στο Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences Encyclopedia of Energy, Volume 1, Elsevier, 2004, σελ.213-221. Διαθέσιμο στο . <http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00356-9> Ημ. Εισόδου: 28/8/2016.

¹⁰¹ De Jong W., van Ommen R., Biomass as Sustainable Energy Source for the Future Fundamentals of Conversion Processes, Wiley-Alche, 2014, σελ.361.

¹⁰² Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 2, Renewable Resources, Springer Netherlands, 2011, σελ.267.

¹⁰³ Cruz J., Energy Resource Ocean Wave Energy Current Status and Future Perspectives, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2008, σελ.93.

συγκεκριμένες περιοχές του πλανήτη εμφανίζονται μεγάλα κύματα άκρως κατάλληλα για την παραγωγή κυματικής ενέργειας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι οι δυτικές ακτές των ΗΠΑ και της Ευρώπης όπως επίσης και οι ακτές της Ιαπωνίας και της Νέας Ζηλανδίας. Οι μονάδες παραγωγής κυματικής ενέργειας που λειτουργούν σήμερα είναι μικρής κλίμακας και εξυπηρετούν τις ανάγκες των τοπικών κοινωνιών. Από τις πιο δραστήριες χώρες στον τομέα της κυματικής ενέργειας είναι η Ιαπωνία με την εφαρμογή προγράμματος αξιοποίησης της κυματικής ενέργειας.¹⁰⁴

Συστήματα παραγωγής κυματικής ενέργειας δημιουργούνται σε παράκτιες, υπεράκτιες και σε πιο μακρινές περιοχές με τα χαρακτηριστικά τους να διαφέρουν ανάλογα με την τοποθεσία. Οι εγκαταστάσεις στις παράκτιες περιοχές εκτείνονται σε περίπου 19 χιλιόμετρα ενώ εκτιμάται και ο αντίκτυπος στο φυσικό περιβάλλον από πλευράς αισθητικής αλλά και για την χλωρίδα και την πανίδα. Η παράκτια εγκατάσταση λειτουργεί σε βάθος μεγαλύτερο των 50 μέτρων αλλά ο εξοπλισμός και τα ελεγκτικά συστήματα προτιμώνται να βρίσκονται κοντά στην ακτή.

Πέντε τεχνολογίες έχουν αναπτυχθεί και εφαρμόζονται ή έχουν προταθεί για την αξιοποίηση της κυματικής ενέργειας. Πρόκειται για το κανάλι άντλησης (TAPCHAN), τις συσκευές υπερπήδησης ή OWC, τον σημειακό απορροφητή, τους εξασθενητές και τις συσκευές υπερπήδησης.¹⁰⁵

Το TAPCHAN βρίσκεται κοντά σε γκρεμό και μεταφέρει νερό σε ταμιευτήρα. Η ηλεκτροπαραγωγή γίνεται όπως ακριβώς συμβαίνει και σε ένα υδροηλεκτρικό σύστημα. Τα πλεονεκτήματά του είναι η αξιοπιστία, η προσαρμοστικότητα των οργάνων και το χαμηλό λειτουργικό κόστος, ενώ στα μειονεκτήματα υπάγονται η λειτουργικότητα μονάχα σε περιοχές με συνεχή κύματα με ύψος τουλάχιστον ενός μέτρου και μια συγκεκριμένη τοποθεσία για την εγκατάσταση του ταμιευτήρα. Οι συσκευές τερματισμού βρίσκονται κάθετα σε σχέση με την κίνηση των κυμάτων και εγκλωβίζουν το νερό σε ένα θάλαμο κάτω από την επιφάνεια και περιέχει μια στήλη αέρα. Η κίνηση των κυμάτων απελευθερώνει το εγκλωβισμένο νερό, το οποίο δίνει ώθηση στη στήλη αέρα να βγει στην ατμόσφαιρα με στρόβιλο παράγοντας ενέργεια. Ο σημειακός απορροφητής είναι μια τεχνολογία που εφαρμόζεται στις ΗΠΑ στην

¹⁰⁴ Skipka K. J., Theodore L. Energy Resources Availability Management and Environmental Impacts, CRC Press, 2014, σελ.283.

¹⁰⁵ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 2, Renewable Resources, Springer Netherlands, 2011, σελ.282.

οποία η πλωτή σηματοδύρα κινείται μέσω ενός ρυθμισμένου κυλίνδρου χάρη στα κύματα. Η κίνηση αυτή αξιοποιείται στους ηλεκτρομηχανικούς και υδραυλικούς μετατροπείς ενέργειας. Οι εξασθενητές είναι συσκευές οι οποίες λειτουργούν παράλληλα στην κατεύθυνση των κυμάτων για να τα εκμεταλλεύονται με κινήσεις κατά μήκος του για την παραγωγή ενέργειας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι το Pelamis, της ομώνυμης εταιρείας που ειδικεύεται στην ωκεάνια ενέργεια. Οι συσκευές υπερπήδησης διαθέτουν ταμιευτήρες που συγκεντρώνουν νερό από τα κύματα σε μεγαλύτερο ύψος από το επίπεδο του ωκεανού. Το νερό απελευθερώνεται στην θάλασσα με την πτώση αυτή να παράγει ηλεκτρική ενέργεια καθώς θέτει σε λειτουργία τις υδρογεννήτριες.¹⁰⁶

Η παλιρροιακή/ρευματική ενέργεια είναι μια μορφή ενέργειας που προέρχεται από την αξιοποίηση των παλιρροιών των θαλασσών. Η γεωμορφολογία των παράκτιων περιοχών, οι κλιματολογικές συνθήκες και το βάθος των παράκτιων υδάτων καθορίζουν τη δυνατότητα αξιοποίησης των ρευμάτων για την παραγωγή ενέργειας. Η συγκεκριμένη μορφή ενέργειας πηγάζει από την οριζόντια κίνηση των ρευμάτων προς και από την ακτή. Οι παλίρροιες παράγονται από την βαρυτική δύναμη του ήλιου και της σελήνης και από την περιστροφική κίνηση της Γης. Διακρίνονται σε ημερήσιες με μια μεγάλη και μια μικρή παλίρροια ημερησίως, σε ημιημερήσιες με δύο μεγάλες και δύο μικρές παλίρροιες αντίστοιχα, σε αναμειγμένες παλίρροιες με χαρακτηριστικά εξ' αμφοτέρων, και επίσης υπάρχουν τα εξαφανισμένα, τα τροπικά, τα solsticial, τα ισονύκτια, τα ρεύματα χαμηλής παλίρροιας, τα ανωμαλιστικά, τα ισημερινά και τα περίγεια. Οι παλίρροιες και τα παλιρροιακά ρεύματα διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την κίνησή τους. Οι παλίρροιες κινούνται κατακόρυφα όπως η θάλασσα, δηλαδή με άνοδο και κάθοδο, ενώ τα παλιρροιακά ρεύματα οριζόντια. Τα παλιρροιακά ρεύματα είναι συνήθως ένας συνδυασμός παλιρροιακών και μη παλιρροιακών ρευμάτων.¹⁰⁷

Η μετατροπή της παλιρροιακής ενέργειας σε ηλεκτρική λαμβάνει χώρα μέσω της μεθόδου του παλιρροιακού καταγισμού, σε παλιρροιακές λιμνοθάλασσες, παλιρροιακούς φράχτες, μέσω της μεθόδου της παλιρροιακής γεννήτριας, μέσω

¹⁰⁶ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 2, Renewable Resources, Springer Netherlands, 2011, σελ.282-292.

¹⁰⁷ Charlier R.H., Finkl C.W., Ocean Energy Tide and Tidal Power, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2009, σελ.65-68.

γραμμικού μηχανισμού ανύψωσης, μέσω τολμηρών συστημάτων και σε παλιρροιακά πάρκα.¹⁰⁸

Στον παλιρροιακό καταγισμό το νερό μεταφέρεται μέσω barrage ή φράγματος στον ταμιευτήρα. Η παλιρροιακή λιμνοθάλασσα είναι αρκετά φιλική στο περιβάλλον και χρησιμοποιείται στην Αγγλία και στην Κίνα. Ο παλιρροιακός φράχτης διαθέτει γεννήτριες περιστροφικού άξονα επαπτόμενες πάνω του οι οποίες αξιοποιούν το παλιρροιακό νερό με την παραγόμενη ενέργεια να είναι μεγαλύτερη από εκείνη των ανεμογεννητριών λόγω της μεγαλύτερης πυκνότητας του νερού. Οι γεννήτριες αυτές εγκαθίστανται σε κανάλια μεταξύ των δύο πλευρών τους. Ο γραμμικός μηχανισμός ανύψωσης είναι μία τεχνική στην οποία υπάρχει ένα φτερό που κινείται σαν υδροπλάνο πιέζοντας το πετρέλαιο σε υδραυλική ram να δώσει κίνηση στον υδραυλικό μετατροπέα ενέργειας. Στα τολμηρά συστήματα, το νερό επιταχύνεται μέσα σε ένα σωλήνα και προκαλείται μείωση της πίεσης στο σωλήνα. Από αυτή την πίεση αποκτά κίνηση ο στρόβιλος ο οποίος είναι συνδεδεμένος με τον σωλήνα. Τέλος, τα παλιρροιακά πάρκα είναι μία πρόταση για το μέλλον που συνιστά την εγκατάσταση γεννητριών αξιοποίησης της παλίρροιας σε μεγάλες παράκτιες περιοχές λόγω της μεγάλης ισχύος της παλίρροιας στα συγκεκριμένα σημεία.¹⁰⁹

Το μειονέκτημα της παλιρροιακής ενέργειας είναι η διαφορά της συχνότητας των κυμάτων με την ζήτηση για ενέργεια. Οι προτεινόμενες λύσεις αφορούν την εγκατάσταση πολλαπλών λεκανών σε σχηματισμούς και ενισχυμένων συστημάτων εκμετάλλευσης του αέρα. Η μετάδοση της ηλεκτρικής ενέργειας λαμβάνει χώρα μέσω γραμμών υψηλών βολτ καθιστώντας την μάλιστα σε κάποιες περιπτώσεις οικονομικότερη εν συγκρίσει με την μεταφορά άνθρακα. Η αποθήκευσή της πραγματοποιείται σε αντλιοστάσια.¹¹⁰

Η ωκεάνια θερμική ενέργεια, γνωστή και ως μετατροπή της ωκεάνιας θερμικής ενέργειας (OTEC), είναι μια άλλη μορφή της ωκεάνιας ενέργειας. Ο ήλιος θερμαίνει το επιφανειακό νερό των θαλασσών και σε συνδυασμό με τους ανέμους διαμορφώνουν ένα αναμεμιγμένο στρώμα στην επιφάνεια. Το νερό είναι ψυχρό λόγω των υπόγειων ρευμάτων που προέρχονται από τους πόλους, με αποτέλεσμα να

¹⁰⁸ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 2, Renewable Resources, Springer Netherlands, 2011, σελ.296-309.

¹⁰⁹ Ibid.

¹¹⁰ Charlier R.H., Finkl C.W., Ocean Energy Tide and Tidal Power, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2009, σελ.71-72.

διαμορφώνεται μια διαφορά μεταξύ της επιφανειακής θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας του βυθού. Η συγκεκριμένη μορφή αξιοποιεί τη διαφορά της θερμοκρασίας του ζεστού νερού στην επιφάνεια και του κρύου νερού στο βάθος για να λειτουργήσει η μηχανή θερμότητας η οποία παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Οι μονάδες OTEC είναι ιδιαίτερα αποδοτικές στις τροπικές περιοχές λόγω της μεγαλύτερης διαφοράς της θερμοκρασίας.¹¹¹ Ο συνδυασμός του ζεστού και του ψυχρού νερού λειτουργεί τη μονάδα παραγωγής ηλεκτρισμού, με την ενέργεια να εξάγεται κάθε φορά που υφίσταται αυτή η διαφορά στη θερμοκρασία. Οι δυσκολίες στην εκμετάλλευση της συγκεκριμένης μορφής ενέργειας, εδράζονται στην μείωση της διαφοράς στη θερμοκρασία με αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους και τη μείωση της αποδοτικότητας των μονάδων εκμετάλλευσής της. Παράλληλα, το κόστος παραγωγής παραμένει αυξημένο στις περιοχές που έχει επιχειρηθεί η εκμετάλλευσή της.¹¹²

Η αξιοποίηση της ωκεάνιας θερμικής ενέργειας πραγματοποιείται μέσω πέντε συστημάτων που έχουν εφευρεθεί για αυτόν τον σκοπό. Πρόκειται για το σύστημα OTEC κλειστού κύκλου, ανοιχτού κύκλου, το υβριδικό σύστημα OTEC, εξαρτήματα του συστήματος OTEC και υποπροϊόντα του OTEC.

Το σύστημα OTEC κλειστού κύκλου λειτουργεί με την εξάτμιση της αμμωνίας, του υγρού που κινεί τη διαδικασία, από το ζεστό θαλασσινό νερό κινούμενο μέσα από τον εξατμιστήρα. Ο ατμός, κινούμενος σε μετρίου εντάσεως πίεση, ωθεί σε λειτουργία τις συνδεδεμένες με τη γεννήτρια τουρμπίνες για την ηλεκτροπαραγωγή. Στη συνέχεια ο ατμός συμπυκνώνεται με την παρουσία του ψυχρού νερού και το υγρό αποθηκεύεται για να επαναληφθεί ο κύκλος. Στο σύστημα ανοιχτού κύκλου, το νερό αναλαμβάνει τον ρόλο του υγρού που κινεί τη διαδικασία. Μια τουρμπίνα χαμηλής πίεσης συνδεδεμένη με την γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρισμού βοηθάει τον ατμό να εξαπλωθεί με τον κρύο νερό κατόπιν να τον συμπυκνώνει. Το υβριδικό σύστημα OTEC συνδυάζει στοιχεία από τα συστήματα ανοιχτού και κλειστού κύκλου. Στο παρόν σύστημα, το νερό μετατρέπεται σε ατμό μετά την εισδοχή του σε έναν ειδικό θάλαμο ο οποίος εξατμίζει το υγρό (αμμωνία) του κλειστού κύκλου στην πλευρά του ψεκαστήρα αμμωνίας το οποίο δίνει κίνηση

¹¹¹ Avery W.I., Wu C., Renewable Energy From the Ocean, Johns Hopkins Applied Laboratory Series in Science and Engineering, 1994, σελ.1.

¹¹² Skipka K. J., Theodore L. Energy Resources Availability Management and Environmental Impacts, CRC Press, 2014, σελ.282.

στην γεννήτρια να παράξει ηλεκτρισμό. Τα συστήματα ΟΤΕC αποτελούνται από εναλλάκτες θερμότητας, εξατμιστήρες, γεννήτριες και συμπυκνωτές. Ο σχεδιασμός τους εξαρτάται, από το χρησιμοποιούμενο υγρό το οποίο συνήθως είναι η αμμωνία λόγω της διαθεσιμότητάς της και του χαμηλού κόστους της. Το μέγεθος των μονάδων εξαρτάται από την πίεση του εξατμιζόμενου υγρού, ενώ τα υλικά κατασκευής πρέπει να αντέχουν στο νερό γεγονός το οποίο ανεβάζει το κόστος τους. Υποπροϊόντα των συστημάτων ΟΤΕC θεωρούνται οι επιπρόσθετες λειτουργίες που επιτελούν, όπως η αφαλάτωση και η αρωγή στις ιχθυοκαλλιέργειες σε βαθιά νερά.¹¹³

Οι τεχνολογίες αξιοποίησης του νερού για την παραγωγή ενέργειας βασίζονται στην κίνηση του νερού με τη τεχνολογία ΟΤΕC να βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο. Για τις παράκτιες περιοχές, η ωκεάνια ενέργεια θα μπορούσε να αποτελέσει μια ελκυστική επιλογή ιδιαίτερα σε νησιά που στερούνται εναλλακτικών πηγών ενέργειας.

Κεφάλαιο 3. Σημασία και επιπτώσεις από την εκμετάλλευση των ενεργειακών πηγών στο περιβάλλον

Η εκμετάλλευση των ενεργειακών πηγών δεν είναι μια διαδικασία δίχως συνέπειες για το περιβάλλον. Αντιθέτως, ιδίως στην περίπτωση των συμβατικών μορφών ενέργειας η αξιοποίησή τους ενέχει σοβαρές επιπτώσεις για την χλωρίδα, την πανίδα αλλά και για τον άνθρωπο. Η βιωσιμότητα του πλανήτη έχει κλονιστεί και έχει τεθεί σε κίνδυνο λόγω της συστηματικής χρήσης των ορυκτών πόρων. Στο πλαίσιο αυτό, η εύρεση εναλλακτικών πηγών ενέργειας αναδείχθηκε ως η μόνη επιλογή σωτηρίας του πλανήτη από την ολοκληρωτική κατάρρευση.

Η καύση του πετρελαίου για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ευθύνεται για την αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου η οποία προκαλεί την υπερθέρμανση του πλανήτη και την κλιματική αλλαγή. Επίσης, οι γεωτρήσεις πετρελαίου λαμβάνουν χώρα με τη χρήση χημικών ουσιών, εκρήξεις, οξέα και δυναμίτες που υποβαθμίζουν το φυσικό περιβάλλον υπέργεια και υπόγεια ενώ η μη ορθή διάθεσή τους επιδεινώνει την κατάσταση. Ιδιαίτερα επικίνδυνη μπορεί να αναδειχθεί μια διαρροή στην πετρελαιοπηγή η οποία στο θαλάσσιο περιβάλλον δύναται να είναι καταστροφική. Η υπεράκτια εξερεύνηση του πετρελαίου με σεισμική τεχνολογία

¹¹³ Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 2, Renewable Resources, Springer Netherlands, 2011, σελ.312-318.

προκαλεί προβλήματα στα θαλάσσια οικοσυστήματα. Έχουν παρατηρηθεί βλάβες στην ακοή φαλαινών, ψαριών και θαλάσσιων ζώων ενώ επηρεάζεται και η μετακίνησή τους. Επιπρόσθετα προβλήματα δημιουργούνται στον αναπτυσσόμενο κόσμο καθώς σε χώρες όπως η Νιγηρία πλοία που μεταφέρουν πετρέλαιο παράνομα κατάσχονται και καίγονται στη θάλασσα.¹¹⁴

Από τους ορυκτούς πόρους συλλήβδην, το φυσικό αέριο είναι το πλέον φιλικό στο φυσικό περιβάλλον. Τα παραγόμενα οξείδια του θείου, του κάρβουνου και του αζώτου είναι σε χαμηλότερα επίπεδα από τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα ενώ δεν υπάρχει καμία εκπομπή στάχτης. Οι περιβαλλοντικές ανησυχίες εγείρονται στα ζητήματα της διαρροής από τον αγωγό και των κινδύνων που ενέχει η μεταφορά του LNG, χωρίς όμως αμφότερα να αποτελούν σοβαρά προβλήματα, και επίσης στην καύση οξειδίων του θείου και του αζώτου και στα θέματα της υγείας και της ασφάλειας με τα τελευταία να χρήζουν προσοχής σε μορφή ενέργειας.¹¹⁵

Ως ορυκτός πόρος, ο άνθρακας είναι υπεύθυνος για την περιβαλλοντική υποβάθμιση. Η καύση του άνθρακα προκαλεί απελευθέρωση του θείου στην ατμόσφαιρα το οποίο αντιδρά με το οξυγόνο και δημιουργεί το διοξείδιο του θείου το οποίο έχει επιδράσεις και στην ανθρώπινη υγεία. Επίσης, το εκπεμπόμενο διοξείδιο του άνθρακα ευθύνεται κατά κύριο λόγο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την αύξηση της πλανητικής θερμοκρασίας και κατ' επέκτασιν της κλιματικής αλλαγής. Αντίκτυπος υπάρχει και στο νερό κατά την παραγωγή, επεξεργασία και μεταφορά του άνθρακα όπου μπορεί να προκληθεί σοβαρή ρύπανση στα ύδατα. Ανάλογες είναι και οι επιδράσεις στο έδαφος από τα απόβλητα που προέρχονται από τη χρήση του άνθρακα.¹¹⁶

Παρά το γεγονός ότι η πυρηνική ενέργεια έχει μηδενικές εκπομπές ρύπων και δεν ευθύνεται σε καμία περίπτωση για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τα πυρηνικά απόβλητα εντούτοις είναι ιδιαίτερος επικίνδυνα και επιβλαβή για το περιβάλλον με ανυπολόγιστες συνέπειες. Η κυριότερη ανησυχία που προκαλεί η πυρηνική ενέργεια είναι ο κίνδυνος ατυχήματος με τα παραδείγματα του Chernobyl και της Fukushima

¹¹⁴ Atsegbua L., Aigbokhaevbo V., "Crude Oil Production: Its Environmental and Global Market Impact" στο Crude Oils Production, Environmental Impact and Global Market Challenges, επιμ., Valeri C., Environmental Health-Physical, Chemical and Biological Factors, Nova Science Pub Inc, 2014, σελ.91-94.

¹¹⁵ Skipka K. J., Theodore L. Energy Resources Availability Management and Environmental Impacts, CRC Press, 2014, σελ.158-161.

¹¹⁶ Ibid. σελ.126-127.

να είναι τα πλέον χαρακτηριστικά για τις συνέπειες που εγκυμονούν. Για το λόγο αυτό οι πολίτες διαμαρτύρονται στη δημιουργία νέων πυρηνικών εργοστασίων και πολλές κυβερνήσεις επιδιώκουν το κλείσιμο των ήδη υπαρχόντων. Εκτός από τη διάθεση των πυρηνικών αποβλήτων, η μεταφορά των συστατικών των αποβλήτων από τους πυρηνικούς αντιδραστήρες στην περιοχή της τελικής εναπόθεσής τους εγκυμονεί κινδύνους για το περιβάλλον. Στην περίπτωση της Ιαπωνίας όπου το ουράνιο και το πλουτόνιο που έχουν χρησιμοποιηθεί στα πυρηνικά εργοστάσια δύνανται να ανακυκλωθούν στην Ευρώπη και να επιστρέψουν στην Ιαπωνία, παραμονεύει ο κίνδυνος του ατυχήματος κατά την θαλάσσια μεταφορά τους. Η ασφάλεια από τρομοκρατικές επιθέσεις και πολέμους και ο πολλαπλασιασμός των πυρηνικών όπλων είναι ζητήματα που πρέπει επίσης να προσεχθούν. Σε περίπτωση πολέμου οι πυρηνικοί αντιδραστήρες αποτελούν κύριους στόχους πλήγματος ενώ η διεθνής τρομοκρατία έχει επιβάλλει την αύξηση του επιπέδου ασφάλειας. Η αύξηση των πυρηνικών όπλων, που αποτελούν όπλα μαζικής καταστροφής, ώθησε τη διεθνή κοινότητα στο πλαίσιο του ΟΗΕ και της ΙΑΕΑ να πάρει πρωτοβουλίες για τον περιορισμό τους. Ο αντίκτυπος αυτών των προσπαθειών δεν έχει εκτιμηθεί ακόμα.¹¹⁷

Η υδροηλεκτρική ενέργεια ενέχει περιβαλλοντικές επιπτώσεις κυρίως στην κατηγορία των μεγάλων υδροηλεκτρικών συστημάτων. Στα θετικά συγκαταλέγονται η πιο μικρή εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα από όλες τις ενεργειακές πηγές η οποία περιορίζεται στη φάση της κατασκευής, η αντοχή και η πολλαπλή χρήση των φραγμάτων τα οποία μειώνουν το κόστος κατασκευής και καυσίμου ενώ οι ταμιευτήρες αποτελούν τουριστικό αξιοθέατο και σε κάποιες περιπτώσεις τόπο διεξαγωγής αθλητικών δραστηριοτήτων. Στα μειονεκτήματα εντοπίζουμε την απώλεια γης για τη δημιουργία ταμιευτήρα η οποία αλλοιώνει την ποιότητα του νερού και διαβρώνει το χώμα, την επιρροή στην μετακίνηση θαλάσσιων πληθυσμών όπως ο τόνος σε κοντινά υδάτινα οικοσυστήματα, καθώς επίσης και τη διαταραχή του περιβάλλοντος ροής του ποταμού καθώς τα φράγματα συγκρατούν ουσίες πολύτιμες για τους πληθυσμούς των περιοχών αυτών. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με τη δημιουργία καναλιών.¹¹⁸ Οι ταμιευτήρες στα μεγάλα υδροηλεκτρικά προκαλούν μετακινήσεις ζωικών αλλά και ανθρώπινων πληθυσμών, οι οποίοι υποχρεώνονται να μετεγκατασταθούν σε διαφορετική περιοχή. Η υποβάθμιση της ποιότητας του νερού

¹¹⁷ Michailides E., *Alternative Energy Sources*, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2012, σελ.158-161.

¹¹⁸ Carrasco F., *Introduction to Hydropower*, The English Press, 2011, σελ.36-40.

με την παρεμπόδιση της μετακίνησης των πλούσιων συστατικών που περικλείονται στο χόμα είναι ίσως η πιο σημαντική επίπτωση στο περιβάλλον από τη δημιουργία των υδροηλεκτρικών φραγμάτων.¹¹⁹

Όντας ένα από τα πρότυπα της βιώσιμης ανάπτυξης και κυρίως από τις πιο χαρακτηριστικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η αιολική ενέργεια είναι γνωστή για τις ελάχιστες αρνητικές συνέπειες που ενέχει για το περιβάλλον. Τα κυριότερα προβλήματα σχετίζονται με την ηχητική ρύπανση που επηρεάζει τους ζωικούς πληθυσμούς, την κατηγορία της αισθητικής ρύπανσης και αλλοίωσης των χαρακτηριστικών γραφικών περιοχών καθώς επίσης και με την παρεμπόδιση του ραδιοηλεκτρικού σήματος. Για το ραδιοηλεκτρικό σήμα, οι εγκαταστάσεις βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές ενώ αλλάζει και ο τρόπος μετάδοσης, στοιχεία τα οποία δείχνουν ότι δεν υφίσταται πλέον σαν πρόβλημα.¹²⁰ Μία από τις απειλές της αιολικής ενέργειας είναι η θνησιμότητα πτηνών από τα αιολικά πάρκα. Το πρόβλημα έχει αντιμετωπιστεί με τη εγκατάσταση των ανεμογεννητριών σε μεγάλο υψόμετρο στο οποίο τα πουλιά δεν εγκαθίστανται. Επίσης, τα υπεράκτια αιολικά πάρκα έχουν επιδράσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον καθώς δύνανται να καταστρέψουν τους υφάλους, τους τόπους αναπαραγωγής και τροφοληψίας των θαλάσσιων οργανισμών. Η λήψη μέτρων προσαρμογής αντιμετωπίζει τα εν λόγω προβλήματα και καθιστά τις βάσεις των ανεμογεννητριών τεχνητούς υφάλους με ευεργετικές συνέπειες για το θαλάσσιο οικοσύστημα.¹²¹

Όπως και η αιολική ενέργεια έτσι και η ηλιακή ενέργεια δεν επηρεάζει ουσιαδώς το περιβάλλον καθώς έχει μηδενικές εκπομπές ρύπων. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα απαιτούν μεγάλες εκτάσεις και έτσι προτιμώνται ερημικές, αχρησιμοποίητες και οικονομικές περιοχές. Ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα που απορρέει από τη λειτουργία τους είναι η θερμική ρύπανση που προκαλείται από την απόρριψη μεγάλου μέρους της θερμότητας και της ακτινοβολίας που δεν μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό και επηρεάζει τη θερμοκρασία του νερού. Επίσης, τα φωτοβολταϊκά συστήματα παράγουν επικίνδυνες ουσίες κατά την κατανάλωση της ενέργειας όπως το πυρίτιο, το γερμάνιο και το φώσφορο. Αυτές οι χημικές ουσίες

¹¹⁹ Cada G., Sale M., Dauble D., "Hydropower Environmental Impact", Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Encyclopedia of Energy, 2013, σελ.292-300. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00420-4> Ημ. Εισόδου: 25/8/2016.

¹²⁰ Ibid. σελ.253-254.

¹²¹ Valentine S.V., Wind Power Politics and Policy, Oxford University Press, 2014, σελ.49.

αντιμετωπίζονται μέσω της λήψης μέτρων που εμποδίζουν τη διαρροή τους στο περιβάλλον.¹²²

Μολονότι, η αξιοποίηση των γεωθερμικών πηγών είναι μία ενδεδειγμένη ενεργειακή μορφή σε σχέση με τη βιώσιμη ανάπτυξη είναι ορατό το ενδεχόμενο της πρόκλησης ζημιών στο περιβάλλον. Η εξόρυξη του νερού από τις γεωθερμικές πηγές συνοδεύεται από την εκπομπή αερίων τα οποία μπορεί να είναι επικίνδυνα για το περιβάλλον όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το υδρόθειο και ο υδράργυρος. Σε υγρή μορφή αναδύονται ρεύματα στα οποία εμπεριέχονται διαλυμένα ορυκτά όπως το αρσενικό τα οποία είναι δηλητηριώδη και προκαλούν βλάβες στις υδάτινες ροές και στη χλωρίδα της περιοχής. Οι γεωθερμικές πηγές δεν προκαλούν ρύπανση από στερεά απόβλητα εκτός από την περίπτωση ατυχήματος σε μηχανήματα ανάκτησης και επεξεργασίας υγρών και ορυκτών. Ο θόρυβος κατά την εξόρυξη και τις λειτουργικές φάσεις της διαδικασίας επηρεάζει τη συμπεριφορά το μέγεθος και τις αναπαραγωγικές δυνατότητες των ζώων ενώ γίνεται αντιληπτός και από τις τοπικές κοινότητες.¹²³ Επιπλέον, η γη που καταλαβαίνει η μονάδα είναι αρκετά περιορισμένη γεγονός ευεργετικό για το περιβάλλον, ενώ η καθίζηση του εδάφους είναι πιθανό ενδεχόμενο εάν δεν τηρηθούν οι ενδεδειγμένες διαδικασίες. Βλάβες στο περιβάλλον μπορούν να προκληθούν και από ατυχήματα.¹²⁴

Η βιομάζα θεωρείται ένας από τους πιο ενδεδειγμένους τρόπους για την μείωση της ρύπανσης και της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα. Οι εκπομπές αζώτου και θείου είναι μηδαμινές και κατά συνέπεια δεν έχουν επίδραση στο φαινόμενο της όξινης βροχής.¹²⁵ Τα περισσότερα προβλήματα σχετίζονται με τη διαχείριση ουσιών που παράγονται και χρησιμοποιούνται για την αξιοποίηση της βιομάζας τα οποία δύνανται να αντιμετωπιστούν με την λήψη των κατάλληλων μέτρων. Η χρήση της αγροτικής γης είναι η πιο σημαντική περιβαλλοντική επίπτωση της βιομάζας καθώς απαιτεί μεγάλη έκταση και ποσότητα οργανικών αποβλήτων για να είναι αποδοτική. Επιπλέον, απαιτούνται μεγάλες ποσότητες νερού για την επεξεργασία της βιομάζας σε μεγάλη κλίμακα, κάτι το οποίο καθιστά αδύνατη την παραγωγή σε περιοχές χωρίς σημαντικές υδάτινες ροές. Επιπροσθέτως, η χρήση λιπασμάτων για την ταχεία παραγωγή φυτών που αξιοποιούνται στη βιομάζα έχει επιπτώσεις στις υδάτινες ροές στις οποίες καταλήγουν επηρεάζοντας τη χημική

¹²² Michailides E., *Alternative Energy Sources*, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2012, σελ.227-228.

¹²³ Lee K.C., "Geothermal Power Generation" στο *Encyclopedia of Energy*, επιμ., Cleveland C.J., 2004, σελ.890. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00347-8> Ημ. Εισόδου: 9/8/2016.

¹²⁴ Spelman F.R., *Environmental Impacts of Renewable Energy*, CRC, Taylor and Francis, 2014, σελ.263-264.

¹²⁵ Skipka K.J., Theodore L., *Energy Resources Availability, Management and Environmental Impacts*, CRC Press, 2014, σελ.273.

σύνθεση των γλυκών και των αλμυρών υδάτων. Μία ακόμα επίπτωση είναι η παραγωγή μεθανίου σε περίπτωση που δεν προσεχθεί κατά την επεξεργασία και τη διαχείριση των αποβλήτων, ενός αερίου ρύπου πιο επικίνδυνου από το διοξείδιο του άνθρακα για την ατμόσφαιρα. Μερικά ακόμα προβλήματα που προκαλεί η βιομάζα είναι η διάβρωση του εδάφους, η απώλεια μέρους της βιοποικιλότητας, η παραγωγή σκόνης από την εξερεύνηση και η αποδάσωση η οποία μπορεί να καταλήξει σε ερημοποίηση.¹²⁶ Η λήψη μέτρων για αυτούς τους κινδύνους κρίνεται επιβεβλημένη.

Η ωκεάνια ενέργεια και οι επιμέρους μορφές της είναι περιβαλλοντικά φιλική με ελάχιστες περιβαλλοντικές συνέπειες. Τα προβλήματα που μπορούν να προκληθούν είναι περιορισμένα και σχετίζονται κυρίως με την ανθρώπινη παρέμβαση στο θαλάσσιο περιβάλλον. Η εφαρμογή της ωκεάνιας θερμικής ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα ενέχει επιπτώσεις για το περιβάλλον, καθώς οι παράκτιες εγκαταστάσεις δύνανται να εκλύουν τοξικές χημικές ουσίες στη θάλασσα όπως η αμμωνία και το χλώριο με περιορισμένο όμως αντίκτυπο. Επίσης, η τοποθεσία και το μέγεθος των εγκαταστάσεων έχει τη σημασία του καθώς μπορεί να τις προσεγγίσουν ψάρια με κίνδυνο σύγκρουσης με αυτές. Ακόμα, απελευθερώνεται ελάχιστη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα κατά την ηλεκτροπαραγωγή με μηδενικό αντίκτυπο. Όπως και στην ωκεάνια θερμική ενέργεια έτσι και στην κυματική ενέργεια αξιοσημείωτα περιβαλλοντικά προβλήματα μπορούν να υπάρξουν μόνο σε μεγάλης κλίμακας εγκαταστάσεις. Η λειτουργία των εγκαταστάσεων ως κυματοθραύστες δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για τις παράκτιες περιοχές, όμως δύναται να επηρεάσει τη θαλάσσια ζωή καθώς επηρεάζει το μείγμα των θαλάσσιων ρευμάτων. Η απόσβεση των κυμάτων μειώνει τη διάβρωση της ακτογραμμής με την θετική ή αρνητική κατάληξη να εξαρτάται αποκλειστικά από τη φύση της ακτογραμμής. Οι μονάδες εκμετάλλευσης της κυματικής ενέργειας μπορούν να ενισχύσουν τη θαλάσσια ζωή καθώς λειτουργούν ως ύφαλοι. Η εγκατάσταση φραγμάτων στις εκβολές ποταμών για τις ανάγκες της παλιρροιακής/ρευματικής ενέργειας όπως και οι παλιρροιακοί φράχτες και γεννήτριες μπορούν να είναι ευεγερτικές για το οικοσύστημα καθώς δεν προκαλούν καμία βλάβη.¹²⁷

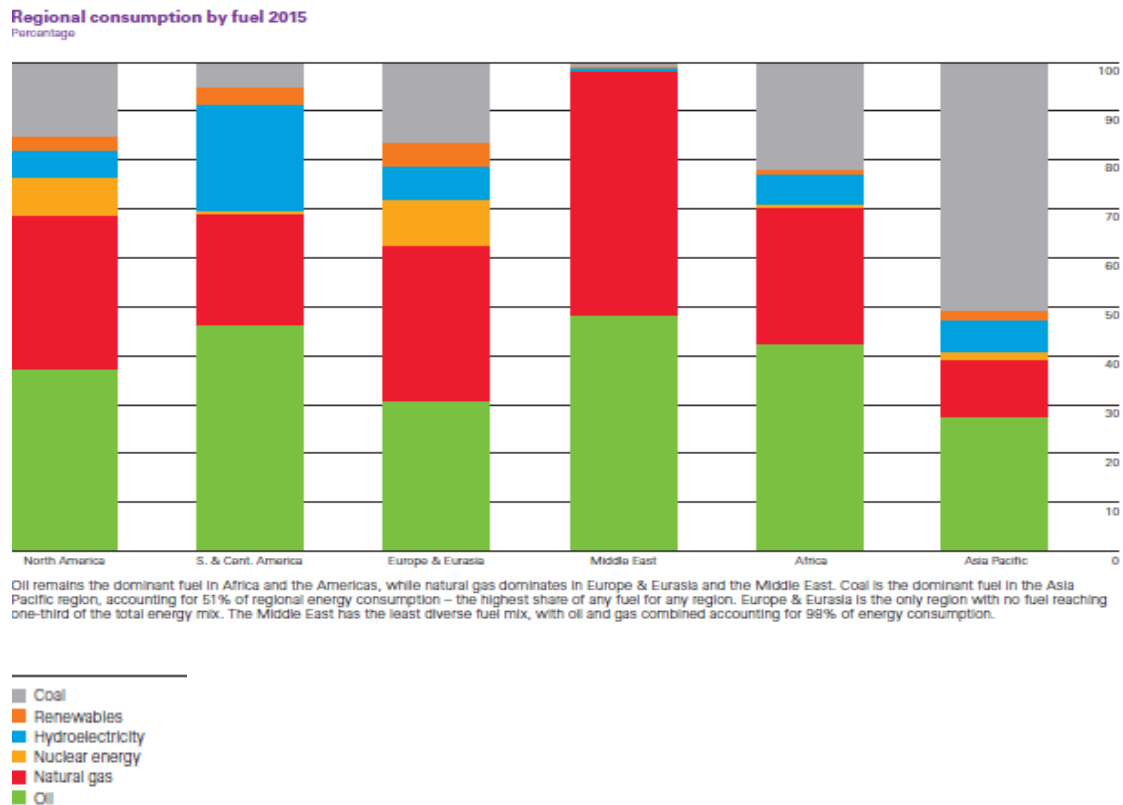
¹²⁶ Michailides E., *Alternative Energy Sources*, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2012, σελ.302-306.

¹²⁷ Pelc R., Fujita R.M., *Renewable Energy from the Ocean*, Marine Policy, Volume 26, Issue 6, Elsevier, 2002, σελ. 471-479. Διαθέσιμο στο [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-597X\(02\)00045-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-597X(02)00045-3) Ημ. Εισόδου: 7/8/2016.

Κεφάλαιο 4. Ενεργειακό μείγμα ανά ήπειρο και περιοχές ενεργειακών πηγών

Οι αξιοποιούμενες ενεργειακές πηγές διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Αυτό οφείλεται τόσο στο διαφορετικό επίπεδο ανάπτυξης όσο και στις διαθέσιμες ενεργειακές πηγές. Μπορούμε να πούμε ότι παγκοσμίως δεν υπάρχει ένα ομογενοποιημένο ενεργειακό μείγμα αλλά, αντιθέτως, οι καταναλώμενες μορφές ενέργειας διαφέρουν ή μοιάζουν κίολας σε μικρό και σε μεγάλο βαθμό. Η επιλογή του ενεργειακού μείγματος γίνεται με βάση τις ανάγκες αλλά και τα αποθέματα που υπάρχουν ανά περιοχή. Την εικόνα αυτή μας παρουσιάζει ο πίνακας 1.1. που δείχνει τους ενεργειακούς πόρους που καταναλώθηκαν ανά ήπειρο το 2015.

Πίνακας 1.1.



Με βάση τον εν λόγω πίνακα συνειδητοποιούμε την βαρύτητα του πετρελαίου ως η κατεξοχήν χρησιμοποιούμενη μορφή ενέργειας στην Αμερική και στην Αφρική. Αντίθετα, στην Ευρώπη, την Ευρασία και τη Μέση Ανατολή κυριαρχεί το φυσικό

¹²⁸ BP statistical Review of World Energy, full report, 2016, σελ.42. Διαθέσιμο στο <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf> Ημ. Εισόδου: 9/8/2016.

αέριο. Επιπλέον, η Ωκεανία και η Ασία έχουν την κατανάλωση άνθρακα σε πολύ υψηλά επίπεδα ενώ η Μέση Ανατολή έχει το πιο απλό ενεργειακό μείγμα με σχεδόν εξ ολοκλήρου κυριαρχία του πετρελαίου και του φυσικού αερίου.¹²⁹

Οι περιοχές άντλησης των ενεργειακών πηγών καθορίζουν εν πολλοίς και το ενεργειακό μείγμα της κάθε περιοχής καθώς φανερώνουν τις ανάγκες των περιοχών σε ενέργεια.

Η Βόρεια Αμερική παραμένει βαθιά εξαρτημένη από τα ορυκτά καύσιμα με το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο να κυριαρχούν και τον άνθρακα να έπεται ενώ η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι πολύ περιορισμένη. Ειδικότερα, στην συγκεκριμένη περιοχή εντοπίζονται το 14% των παγκόσμιων αποθεμάτων πετρελαίου, το 6,8% των παγκόσμιων αποθεμάτων φυσικού αερίου, το 27,5% των παγκόσμιων αποθεμάτων άνθρακα. Επίσης, υπάρχει κατανάλωση 23,9% πετρελαίου, 28,1% φυσικού αερίου, 11,2% άνθρακα, 37,1% πυρηνικής ενέργειας, 16,9% υδροηλεκτρικής και 22,6% ανανεώσιμων μορφών ενέργειας.¹³⁰

Παρόμοιο ενεργειακό μείγμα παρουσιάζει και η Νότια και Κεντρική Αμερική. Συγκεκριμένα, διαθέτει το 19,4% των παγκόσμιων αποθεμάτων πετρελαίου, το 4,1% των παγκόσμιων αποθεμάτων φυσικού αερίου, το 1,6% των παγκόσμιων αποθεμάτων άνθρακα. Η ύπαρξη σημαντικών υδάτινων όγκων, όπως ο Αμαζόνιος έχει διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην μεγαλύτερη αξιοποίηση και κατανάλωση της υδροηλεκτρικής ενέργειας. Στον τομέα της κατανάλωσης, το πετρέλαιο ανέρχεται σε ποσοστό 7,5%, το φυσικό αέριο σε 5%, ο άνθρακας σε 1,0%, η πυρηνική ενέργεια σε 0,8%, η υδροηλεκτρική σε 17,1% και οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας σε ποσοστό 6,6%.¹³¹

Μολονότι η Ευρώπη και η Ευρασία εμφανίζουν πολλές ομοιότητες με την Βόρεια Αμερική, έχουν μια σημαντική διαφορά. Η διαφορά αυτή είναι η μεγαλύτερη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που εμφανίζονται στο μεγαλύτερο ποσοστό παγκοσμίως. Η περιοχή αυτή διαθέτει το 9,1% των παγκόσμιων αποθεμάτων πετρελαίου, το 30,4% των αποθεμάτων φυσικού αερίου και το 34,8%

¹²⁹ BP statistical Review of World Energy, full report, 2016, σελ.6-42. Διαθέσιμο στο <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf> Ημ. Εισόδου: 9/8/2016.

¹³⁰ Ibid.

¹³¹ Ibid.

των αποθεμάτων άνθρακα. Στον τομέα της κατανάλωσης υπάρχει 19,9% κατανάλωση πετρελαίου, 28,8% φυσικού αερίου, 12,2% άνθρακα, 45,3% πυρηνικής ενέργειας, 21,8% υδροηλεκτρικής και 39,2% ανανεώσιμων μορφών ενέργειας.¹³² Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας είναι καίριας σημασίας για την Ε.Ε. και για τον λόγο αυτό αναμένεται να υπερκεράσουν την κατανάλωση άνθρακα στο ενεργειακό μείγμα της περιοχής μέχρι το 2023 καθώς επίσης και να αποτελέσουν την κυριότερη πηγή ενέργειας με ορίζοντα το 2035. Για το ίδιο έτος προβλέπεται σημαντική μείωση των εκπομπών άνθρακα.¹³³

Ξεχωριστή είναι η περίπτωση της Μέσης Ανατολής. Πρόκειται για την πλέον εξαρτημένη ήπειρο σε συμβατικές μορφές ενέργειας. Η ύπαρξη του 47,3% των παγκόσμιων αποθεμάτων πετρελαίου και του 42,8% των παγκόσμιων αποθεμάτων φυσικού αερίου έχουν οδηγήσει στην σχεδόν απόλυτη κυριαρχία τους στο ενεργειακό μείγμα της περιοχής. Διαθέτει επίσης μαζί με την Αφρική 3,7% αποθέματα άνθρακα. Επιπροσθέτως, γίνεται 9,8% πετρελαίου, 14,1% φυσικού αερίου, 0,3% άνθρακα, 0,1% κατανάλωση πυρηνικής ενέργειας, 0,7% υδροηλεκτρικής, και 0,1% ανανεώσιμων μορφών ενέργειας.¹³⁴ Στα επόμενα χρόνια προβλέπεται ότι η Μέση Ανατολή θα καταστεί πρώτη στην κατανάλωση πετρελαίου. Παράλληλα, αναμένεται αύξηση του ποσοστού κατανάλωσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε 4% μέχρι το 2035.¹³⁵

Η Αφρική διαθέτει το 7,6% των παγκόσμιων αποθεμάτων πετρελαίου, το 7,5% των αποθεμάτων φυσικού αερίου και, όπως είδαμε, 3,7% αποθέματα άνθρακα μαζί με την Μέση Ανατολή. Το πετρέλαιο καταναλώνεται κατά 4,2%, το φυσικό αέριο 3,9%, ο άνθρακας 2,5%, η πυρηνική ενέργεια κατά 0,4%, η υδροηλεκτρική

¹³² BP statistical Review of World Energy, full report, 2016, σελ.6-42. Διαθέσιμο στο <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf> Ημ. Εισόδου: 9/8/2016.

¹³³ BP Energy Outlook, Country and regional insights-EU. Διαθέσιμο στο <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016-regional-insights-european-union.pdf> Ημ. Εισόδου: 15/8/2016.

¹³⁴ BP statistical Review of World Energy, full report, 2016, σελ.6-42. Διαθέσιμο στο <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf> Ημ. Εισόδου: 9/8/2016.

¹³⁵ BP Energy Outlook, Country and regional insights-Middle East. Διαθέσιμο στο <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook-2035/country-and-regional-insights/middle-east-insights.html> Ημ. Εισόδου: 15/8/2016.

ενέργεια κατά 3% και οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας κατά 1%.¹³⁶ Οι προβλέψεις για την Αφρική δείχνουν αύξηση στην παραγωγή φυσικού αερίου λόγω της εξαγωγής LNG, αλλά και πτώση στις εξαγωγές ενέργειας παρά τις πολλές ενεργειακές πηγές της περιοχής. Ακόμα, η ενεργειακή κατανάλωση είναι ιδιαίτερα χαμηλή παρά την υψηλή ζήτηση.¹³⁷

Τέλος, Ωκεανία και Ασία παρουσιάζουν μια αντιστρόφως ανάλογη εικόνα στα ορυκτά καύσιμα καθώς ενώ στο υπόλοιπο κόσμο κυριαρχεί το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο στην εν λόγω περιοχή ο άνθρακας έχει την πρωτοκαθεδρία. Ειδικότερα, κατέχει το 2,5% αποθεμάτων πετρελαίου, το 8,4% αποθεμάτων φυσικού αερίου και το 32,3% των παγκόσμιων αποθεμάτων άνθρακα. Η κατανάλωση πετρελαίου 34,7%, φυσικού αερίου 20,1%, άνθρακα 72,9%, πυρηνικής ενέργειας ανέρχεται σε ποσοστό 16,3%, της υδροηλεκτρικής σε 40,5%, και των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας σε 30,4%.¹³⁸ Ειδικά για την Ασία, το γεγονός ότι έχει αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες την υποχρεώνει να αναζητήσει ενεργειακές πηγές για να τις καλύψει.¹³⁹

Η εικόνα που μας δίνει αυτή η αναζήτηση στη παραγωγή και κατανάλωση των ενεργειακών μορφών παγκοσμίως είναι ότι οι συμβατικές μορφές ενέργειας προεξάρχοντων του πετρελαίου και του φυσικού αερίου κυριαρχούν με τις ΑΠΕ όμως να αρχίζουν σιγά σιγά να επιδρούν σημαντικά στο ενεργειακό μείγμα ακόμα και στις αναπτυσσόμενες περιοχές του πλανήτη. Η πρόοδος στη τεχνολογία και η ανάγκη στροφής στις ΑΠΕ για τον περιορισμό των δυσμενών περιβαλλοντικών τους συνεπειών θα τις αναδείξει σε αξιόλογο παράγοντα στον ενεργειακό τομέα.

¹³⁶ BP statistical Review of World Energy, full report, 2016, σελ.6-42. Διαθέσιμο στο <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf> Ημ. Εισόδου: 9/8/2016.

¹³⁷ BP Energy Outlook, Country and regional insights-Africa. Διαθέσιμο στο <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016-regional-insights-africa.pdf> Ημ. Εισόδου: 15/8/2016.

¹³⁸ BP statistical Review of World Energy, full report, 2016, σελ.42. Διαθέσιμο στο <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf> Ημ. Εισόδου: 9/8/2016.

¹³⁹ BP Energy Outlook, Country and regional insights-Asia, Pacific. Διαθέσιμο στο <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016-regional-insights-asia-pacific.pdf> Ημ. Εισόδου: 18/10/2016.

ΜΕΡΟΣ Β΄: ΕΠΕΝΔΥΟΝΤΑΣ
ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΟΝ
ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΟ ΝΟΤΟ

Κεφάλαιο 5. Η Ενέργεια στον Αναπτυσσόμενο Κόσμο

1. Οι αναπτυσσόμενες χώρες

Οι ασκούμενες πολιτικές αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων στις αναπτυσσόμενες χώρες κεντρίζει την προσοχή λόγω της σημασίας που ενέχουν για τις χώρες αυτές καθώς και των διαφοροποιήσεων σε σχέση με τον αναπτυγμένο Βορρά. Αυτή η κατηγορία χωρών διαθέτει τα πιο αξιόλογα αποθέματα ενεργειακών πόρων. Παράλληλα, η εκμετάλλευσή τους έχει προσδώσει σε κάποιες χώρες σημαντικά κέρδη τα οποία αποτέλεσαν τον βέλτιστο αρωγό για την επίτευξη της ανάπτυξης και της οικονομικής ευημερίας. Επίσης, έχουν αποτελέσει πεδίο ανάπτυξης καινοτόμων σχεδίων εκμετάλλευσης της ενέργειας, ιδιαίτερα των ανανεώσιμων πηγών. Παρόλα αυτά, η πλειοψηφία των χωρών δεν έχει κατορθώσει να επωφεληθεί από τις ενεργειακές πηγές παραμένοντας στην ίδια κατάσταση. Παράλληλα, ο αναπτυσσόμενος νότος δέχεται τα πλήγματα από την εκμετάλλευση των ρυπογόνων συμβατικών μορφών ενέργειας καθώς χωρίς την οικονομική δυνατότητα που διαθέτουν οι ανεπτυγμένες χώρες βιώνει πιο έντονα τα περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργεί αυτή η εκμετάλλευση.

Γεωγραφικά, ο ανεπτυγμένος Βορράς συνδέεται με το Βόρειο ημισφαίριο στον οποίο ανήκουν ο Καναδάς και οι ΗΠΑ στην Αμερική, η Ευρώπη, οι χώρες της πρώην ΕΣΣΔ (οι αποκαλούμενες και ως οικονομίες υπό μετάβαση), η Ιαπωνία και η Νότια Κορέα στην Ασία. Η Αυστραλία και η Νέα Ζηλανδία στην ήπειρο της Ωκεανίας αποτελούν το μόνο τμήμα του νότιου ημισφαιρίου που εντοπίζεται στις ανεπτυγμένες χώρες. Οι υπόλοιπες χώρες υπάγονται στον αναπτυσσόμενο Νότο.

Ο όρος αναπτυσσόμενες χώρες είναι σχετικά πρόσφατος. Η περίοδος του ψυχρού πολέμου προσέδωσε στις εν λόγω χώρες την ονομασία Τρίτος Κόσμος καθώς τόνιζε την πολιτική διαφοροποίηση.¹⁴⁰ Για μια περίοδο χρησιμοποιήθηκε η ονομασία ελάχιστα ανεπτυγμένες χώρες η οποία σήμερα αποτελεί υποδιαίρεση των αναπτυσσόμενων χωρών. Η χρήση του όρου αναπτυσσόμενες χώρες αποβλέπει στον τονισμό της οικονομικής κατάστασης των εν λόγω χωρών με το οικονομικό κριτήριο να διακρίνει το Βορρά από το Νότο.¹⁴¹ Επίσης, το χαμηλό επίπεδο ανάπτυξης, που

¹⁴⁰ Στον Τρίτο Κόσμο δεν εντάσσεται η Λατινική και η Κεντρική Αμερική.

¹⁴¹ Nayyar D., Catch Up, Developing Countries in the World Economy, Oxford University Press, 2013, σελ.3.

συνεπάγεται την ύπαρξη κοινωνικοοικονομικών προβλημάτων με κύριο γνώρισμα την φτώχεια, αποτελεί γενικό χαρακτηριστικό των αναπτυσσόμενων χωρών με την επίτευξη της ευημερίας να αποτελεί τον κυρίαρχη επιδίωξή τους. Σε αυτή τη λογική κινείται και ο δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης HDI, το πλέον προσφιλές εργαλείο κατάταξης των χωρών σε αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες το οποίο έχει ως κριτήρια το προσδόκιμο ζωής, την εκπαίδευση και το μέγεθος του ΑΕΠ.¹⁴² Αυτές οι περιοχές θα εξεταστούν μέσα από τις πολιτικές και τις επενδύσεις που έχουν πραγματοποιήσει και πραγματοποιούν στον τομέα της ενέργειας.

2. Ενεργειακά σχέδια και επενδύσεις

Η αξιοποίηση των διαθέσιμων ενεργειακών αποθεμάτων και η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών απαιτεί την ύπαρξη του κατάλληλου σχεδιασμού. Η σημασία του είναι ακόμα μεγαλύτερη στον αναπτυσσόμενο κόσμο καθώς η ασταθής οικονομική και πολιτική κατάσταση που επικρατεί σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες λειτουργεί ως εμπόδιο στην αποδοτική αξιοποίηση των ενεργειακών πηγών. Ιδιαίτερα η έλλειψη οικονομικών πόρων καθιστά απαραίτητη σε πολλές περιπτώσεις τη διεθνή συνεργασία και τις επενδύσεις στον ενεργειακό τομέα.

Οι επενδύσεις στον αναπτυσσόμενο κόσμο είναι πιο ριψοκίνδυνες σε σχέση με τις ανεπτυγμένες χώρες. Μια σειρά από λόγους μας βοηθούν να συνειδητοποιήσουμε τους λόγους της ύπαρξης ρίσκου στις επενδύσεις στις συγκεκριμένη περιοχή. Το κυριότερο εμπόδιο είναι η έλλειψη εγχώριων πόρων για επενδύσεις με αποτέλεσμα να είναι αναγκαία η προσέλευση ξένων κεφαλαίων για τη διενέργεια των σχεδίων, κάτι το οποίο δεν είναι καθόλου εύκολο καθώς οι επενδυτές δέχονται να καταθέσουν τα χρήματά τους μόνο με την ύπαρξη ενός ασφαλούς οικονομικού και πολιτικού περιβάλλοντος όπου οι επενδύσεις τους θα έχουν απόδοση. Η υπερπήδηση αυτών των εμποδίων είναι η μεγαλύτερη πρόκληση για την επιτυχή πραγματοποίηση των επενδύσεων.¹⁴³

Μείζονος σημασίας για την εκπόνηση των ενεργειακών σχεδίων είναι η εκτίμηση του επιχειρηματικού περιβάλλοντος και ειδικότερα του ειδικού επιχειρηματικού περιβάλλοντος του σχεδίου, το εθνικό επιχειρηματικό περιβάλλον της και το διεθνές επιχειρηματικό περιβάλλον. Το ειδικό επιχειρηματικό περιβάλλον

¹⁴² Ρουμελιώτης Π., Προς έναν Πολυπολικό Κόσμο, Εκδόσεις Λιβάνη, Αθήνα, 2009, σελ.495-496.

¹⁴³ Razavi H., Financing Energy Projects in Developing Countries, PennWell, 2007, σελ.19-25.

του σχεδίου περιλαμβάνει τις θεσμικές, τεχνικές πλευρές και τις πλευρές του κόστους του σχεδίου. Οι θεσμικές πλευρές αφορούν το υπόβαθρο, την οργάνωση τη διοίκηση και τους σκοπούς της εταιρείας, θέματα που αφορούν το προσωπικό, όπως η ύπαρξη γνώσης και εμπειρίας, και επίσης την πληροφόρηση για τους χορηγούς του έργου. Οι τεχνικές πλευρές σχετίζονται με τον σχεδιασμό την υλοποίηση και λειτουργία του σχεδίου. Εδώ εντοπίζονται τα στοιχεία για την περιοχή, απαραίτητα για τη λειτουργία του έργου δίχως σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η διασφάλιση της ασφάλειας, της αξιοπιστίας, της προσαρμοστικότητας και της αποδοτικότητας του έργου, την ύπαρξη επικουρικών υπηρεσιών προς την μονάδα παραγωγής ενέργειας καθώς επίσης και οι συμφωνίες που προβλέπουν την παροχή τεχνικής βοήθειας καθόλη τη διάρκεια κατασκευής και λειτουργίας του έργου. Το κόστος του σχεδίου συνίσταται στην εκτίμηση του οικονομικού τιμήματος που απορρέει από το σύνολο του έργου.¹⁴⁴

Στο εθνικό επιχειρηματικό περιβάλλον, η εκτίμηση των πολιτικών συνθηκών είναι ιδιαίτερα κρίσιμη καθώς η πολιτική σταθερότητα και οι θέσεις των κυβερνώντων και αντιπολιτευόμενων κομμάτων μπορεί να επηρεάσουν καθοριστικά την πορεία του ενεργειακού σχεδιασμού. Επίσης, οι οικονομικές συνθήκες αφορούν την αξιολόγηση του πληθωρισμού και τη συσχέτιση με τους μισθούς και τις δαπάνες, το εξωτερικό χρέος της χώρας, το οποίο καταδεικνύει την πιστοληπτική της ικανότητα, και την κατάσταση του τραπεζικού τομέα και της εγχώριας αγοράς ως εγχώρια πηγή χρηματοδότησης, τον ενεργειακό τομέα και επιπρόσθετους τομείς που σχετίζονται με το εθνικό επιχειρηματικό περιβάλλον. Επιπλέον, η ανάλυση του ενεργειακού τομέα, περιλαμβάνει την εκτίμηση της σημασίας του στην οικονομία, τον διάλογο για τη συμμετοχή δημόσιων και ιδιωτικών φορέων στην παροχή ενέργειας, τις ενεργειακές πηγές της χώρας, την ενεργειακή ζήτηση και τη διαχείρισή της, τα δυνητικά εμπόδια στην ανάπτυξή του ενεργειακού τομέα.¹⁴⁵

Το διεθνές επιχειρηματικό περιβάλλον διάφερε ανάλογα με τις πηγές συμμετοχής στο έργο και τις αγορές για την παραγωγή του έργου. Σε περίπτωση που η παραγόμενη ενέργεια δεν προορίζεται για εξαγωγή, τότε η ανάλυση πρέπει να καταδεικνύει την προοπτική των διεθνών αγορών για την τιμή της συγκεκριμένης μορφής ενέργειας καθώς πρέπει να υπάρχει κάποια συσχέτιση εγχώριας και διεθνούς

¹⁴⁴ Razavi H., Financing Energy Projects in Developing Countries, PennWell, 2007, σελ.177-204.

¹⁴⁵ Ibid.

τιμής. Επιπλέον, η συσχέτιση αυτή καθορίζεται και από τις επιδοτήσεις που δίνονται στις αναπτυσσόμενες χώρες αν και έχουν αρχίσει να περιορίζονται τα τελευταία χρόνια. Στην περίπτωση εξαγωγής της παραγόμενης ενέργειας, η ανάλυση αφορά τις χώρες εξαγωγής, νομικά ζητήματα για εξαγωγές, τα πλεονεκτήματα των προμηθευτών στις χώρες αυτές και την διατύπωση αιτιολόγησης για την επιτυχή κατεύθυνση της τιμής. Επιπλέον, η παραγωγή ενέργειας εξαρτάται εκτός από τον υπολογισμό του κόστους και την ποιότητα του εξοπλισμού και από τον προσδιορισμό των πηγών χρηματοδότησης, την αρωγή από τις συνεργαζόμενες χώρες, την οικονομική ικανότητα των προμηθευτών και από την ύπαρξη ενός τεχνολογικού επιπέδου ικανού για την κατασκευή των εγκαταστάσεων.¹⁴⁶ Η ύπαρξη αυτών των παραγόντων μπορεί να εξασφαλίσει την επιτυχή υλοποίηση ενός ενεργειακού σχεδίου.

Το απαγορευτικό κόστος για σημαντικές ενεργειακές επενδύσεις για τις αναπτυσσόμενες χώρες επιβάλλει τη διεθνή χρηματοδότηση για την πραγματοποίησή τους. Αυτός είναι και ο λόγος που παρότι είναι προτεραιότητα στις κρατικές πολιτικές εντούτοις παρατηρείται δυσκολία στην υλοποίησή τους. Διμερείς και πολυμερείς φορείς συμμετέχουν οικονομικά μέσω δανείων μολονότι υπάρχουν περιορισμοί από τους διαθέσιμους πόρους. Η ιδιωτική επένδυση αποδεικνύεται αποτελεσματική λύση στο βαθμό κατά τον οποίο δεν μετατρέπεται σε εξάρτηση, δημιουργώντας έτσι προβλήματα χρέους στις χώρες.¹⁴⁷

Εκτός από την οικονομική συνδρομή, άκρως πολύτιμη για την επιτυχή εκτέλεση των σχεδίων και των επενδύσεων είναι η τεχνική βοήθεια. Μείζονος σημασίας είναι η ορθή επιλογή των επενδύσεων καθώς οικονομικές αβεβαιότητες μπορούν να δημιουργήσουν σύγχυση αναφορικά με τις πηγές ενέργειας που θα επιλεγθούν για αξιοποίηση. Στην κατεύθυνση αυτή έχει κινηθεί η Παγκόσμια Τράπεζα με τη σύσταση του Προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών για την Ανάπτυξη. Αποστολή του Προγράμματος στο εν λόγω πεδίο είναι η εκτίμηση των προβλημάτων που υπάρχουν σε κάθε χώρα και η υποβολή προτάσεων.¹⁴⁸

¹⁴⁶ Razavi H., Financing Energy Projects in Developing Countries, PennWell, 2007, σελ.177-204.

¹⁴⁷ Rovani Y., Energy Investment in Developing Countries, IAEA Bulletin Volume 24, No.4, σελ.24-27. Διαθέσιμο στο <https://www.iaea.org/sites/default/files/24404082427.pdf> Ημ. Εισόδου: 2/9/2016.

¹⁴⁸ Ibid.

Συνεπώς, ο ενεργειακός σχεδιασμός στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι μία πολυσύνθετη διαδικασία που απαιτεί τον συνυπολογισμό πολλών επιμέρους παραμέτρων προκειμένου να αποφασιστεί η υλοποίηση των επενδύσεων για την εξερεύνηση και εκμετάλλευση των ενεργειακών πηγών κάθε χώρας.

3. Οι επενδύσεις στις συμβατικές μορφές ενέργειας

I. Εθνικές εταιρείες πετρελαίου στη Μέση Ανατολή και κινεζικές πετρελαϊκές εταιρείες

Οι πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του '70 αναβάθμισαν τον ρόλο του ΟΠΕΚ¹⁴⁹ μέσω του οποίου προωθήθηκαν μεταρρυθμίσεις στην αξιοποίηση του πετρελαίου για τις χώρες μέλη του. Οι αλλαγές αυτές όμως επηρέασαν τις αναπτυσσόμενες χώρες καθώς τους έδωσαν κίνητρο για αναζήτηση οικονομικού κέρδους μέσα από την εκμετάλλευση των εγχώριων πετρελαϊκών αποθεμάτων.¹⁵⁰

Οι επενδύσεις στο πετρέλαιο κυριαρχούν σε μία από τις πλέον πλούσιες σε πετρελαϊκά αποθέματα περιοχές του αναπτυσσόμενου κόσμου, τη Μέση Ανατολή. Η πολύχρονη ενασχόληση των χωρών της περιοχής με την εκμετάλλευση των πετρελαϊκών αποθεμάτων έχει οδηγήσει στη δημιουργία εθνικών πετρελαϊκών εταιρειών οι οποίες προήλθαν από την εθνικοποίηση των υπαρχόντων πετρελαϊκών εταιρειών στην περιοχή.

Η ίδρυση των εθνικών εταιρειών πετρελαίου ήταν ο προάγγελος της εθνικοποίησής τους στην περιοχή καθώς παρείχαν τεχνικές και οργανωτικές γνώσεις για την ανάληψή τους από τα κράτη.¹⁵¹ Βασιζόμενα στα έσοδα από το πετρέλαιο, τα κράτη κατόρθωσαν σταδιακά να τις θέσουν υπό τον έλεγχό τους.

Οι χώρες της Μέσης Ανατολής είναι αρκετά επιφυλακτικές έως και αντίθετες στην ξένη ανάμειξη στις επενδύσεις στο πετρέλαιο. Αυτό οφείλεται στη διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στα συμφέροντα των βιομηχανιών και τις επιδιώξεις της κοινής γνώμης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το Σχέδιο Κουβέιτ, αποτέλεσμα

¹⁴⁹ Ο ΟΠΕΚ είναι διακυβερνητικός οργανισμός πετρελαϊκών χωρών που συντονίζει τις πολιτικές τους. Περισσότερα στο http://www.opec.org/opec_web/en/17.htm.

¹⁵⁰ Choucri N., Heye C., Lynch M., "Analyzing oil production in developing countries: a case of Egypt", The Energy Journal, Volume 11, No.3, 1990, σελ.91-115. Διαθέσιμο στο http://web.mit.edu/polisci/nchoucri/publications/articles/C-4_Choucri_Analyzing_Oil_Production_Develop_Countries_Egypt.pdf Ημ. Εισόδου: 6/9/2016.

¹⁵¹ Marcel V., Mitchell J.V., Oil Titans National Oil Companies in Middle East, Brookings Institution Press, 2006, σελ.29-32.

συμφωνίας της κυβέρνησης και της Kuwaiti Petroleum Corporation, το οποίο θα έφερνε την πρώτη σημαντική εμπλοκή ξένου κεφαλαίου στον τομέα του πετρελαίου στην περιοχή. Η απόπειρα αυτή αναχαιτίστηκε από την αντίδραση των αντιπολιτευόμενων κομμάτων και της κοινής γνώμης. Επίσης, οι εθνικές εταιρείες πετρελαίου επιθυμούν να διατηρούν την κυριαρχία στα αποθέματα πετρελαίου.

Η εμπειρία σε γειτονικές χώρες και όχι μόνο, όπως στην περίπτωση του Μεξικού όπου το υψηλό επίπεδο αναπλήρωσης των αποθεμάτων συνοδεύεται από υψηλά επίπεδα εξάντλησής τους, οδήγησε τις εθνικές εταιρείες πετρελαίου να μπλοκάρουν την ελεύθερη πρόσβαση ξένων επενδυτών στις πετρελαϊκές πηγές τους.¹⁵²

Οι πρόσφατες εξελίξεις δείχνουν ότι υπάρχουν νέες τάσεις στην αξιοποίηση του πετρελαίου και του φυσικού αερίου από την σκοπιά των εθνικών εταιρειών πετρελαίου (NOC). Μία από αυτές είναι και η συνεργασία εθνικών και διεθνών εταιρειών πετρελαίου (NOC-IOC) για την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης στην οικοδέσποινα χώρα.¹⁵³ Η περίπτωση της Μέσης Ανατολής είναι σημαντική, καθώς αναδεικνύει τη βαρύτητα που μπορούν να αποκτήσουν οι εθνικές εταιρείες πετρελαίου οι οποίες μπορούν να εκμεταλλευτούν τους πλουτοπαραγωγικούς πόρους που έχει η χώρα τους χωρίς την ανάγκη συμμετοχής ξένων πετρελαϊκών εταιρειών.

Η διεθνής πρακτική έχει δείξει ότι σε χώρες με χαμηλό επίπεδο ανάπτυξης, η αναζήτηση οικονομικών πόρων και τεχνογνωσίας από το εξωτερικό αποτελεί μονόδρομο για την αξιοποίηση του πετρελαίου. Η περίπτωση της Κίνας αποδεικνύει εν τω πράγματι ότι μία αναπτυσσόμενη χώρα η οποία θεωρείται ανερχόμενη δύναμη παγκοσμίως μπορεί να υποκαταστήσει τον ρόλο που διαδραμάτιζαν ισχυρές χώρες του σύγχρονου κόσμου όπως λ.χ. οι ΗΠΑ.

Η Κίνα διαθέτει τρεις εθνικές εταιρείες πετρελαίου τη CNPC¹⁵⁴, μία από τις μεγαλύτερες πετρελαϊκές εταιρείες παγκοσμίως, τη Sinopec¹⁵⁵ που είναι υπεύθυνη για

¹⁵² Marcel V., Mitchell J.V., Oil Titans National Oil Companies in Middle East, Brookings Institution Press, 2006, σελ.39-41.

¹⁵³ Ibid. σελ.215.

¹⁵⁴ Πετρελαϊκή εταιρεία. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.bloomberg.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapId=4854602>.

¹⁵⁵ Κρατική κινεζική εταιρεία που ασχολείται με την εξερεύνηση, παραγωγή, επεξεργασία, αποθήκευση και μεταφορά του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.sinopecgroup.com/group/en/companyprofile/AboutSinopecGroup/>.

την δύλωση και παραγωγή του πετρελαίου και τη CNOOC¹⁵⁶ η οποία ασχολείται με περιουσιακά στοιχεία της χώρας σε υπεράκτιες δραστηριότητες. Η προσήλωση της CNOOC στο αργό πετρέλαιο και η μη εμπλοκή της στην εγχώρια επεξεργασία του πετρελαίου την κατέστησε την πιο κερδοφόρα NOC.¹⁵⁷

Η επέκταση των κινεζικών NOC στις αναπτυσσόμενες χώρες ξεκίνησε στις αρχές του 1990 με τις επενδύσεις της CNPC στο Σουδάν, στο Περού και στο Καζακστάν. Σήμερα, οι τρεις μεγάλες κινεζικές NOC σε κοινοπραξία με μικρότερες εταιρείες διαθέτουν περιουσιακά στοιχεία της τάξεως των 47,59 δις δολλαρίων σε πετρέλαιο και φυσικό αέριο παγκοσμίως.¹⁵⁸

Οι λόγοι για αυτήν την επέκταση είναι πολύ συγκεκριμένοι. Πρωτίστως, η εξάντληση των πετρελαϊκών αποθεμάτων στην Κίνα λόγω της δυσκολίας εξεύρεσης νέων αποθεμάτων και της μεγάλης παραγωγής πετρελαίου οδήγησε τη χώρα στις διεθνείς αγορές πετρελαίου. Η ραγδαία οικονομική άνοδος της Κίνας την ώθησε στην επέκταση στις αναπτυσσόμενες χώρες παραγωγής πετρελαίου. Επίσης, η ανάγκη για πρώτες ύλες και τη μεταφορά τους για την ικανοποίηση της ζήτησης σε ενέργεια συντελεί στην αναζήτηση ενεργειακών πηγών στο εξωτερικό. Οι παράγοντες αυτοί καταδεικνύουν την τάση της Κίνας να εκμεταλλευτεί τις πλουτοπαραγωγικές πηγές άλλων χωρών του αναπτυσσόμενου νότου.¹⁵⁹

Η διεθνής αναζήτηση πετρελαϊκών αποθεμάτων αποσκοπεί στην αύξηση της παραγωγής πετρελαίου και στην διαφοροποίηση του ενεργειακού μείγματος. Κυρίως όμως, αποβλέπει στα οικονομικά οφέλη που ενέχει η αξιοποίηση εξωτερικών πηγών πετρελαίου. Τα εν λόγω στοιχεία δείχνουν ότι η επιδίωξη της διατήρησης ενός υψηλού επιπέδου οικονομικής ανάπτυξης σε μία χώρα όπως η Κίνα μπορεί να οδηγήσει στην αναζήτηση πόρων εκτός συνόρων και ειδικότερα σε περιοχές του αναπτυσσόμενου κόσμου όπου υπάρχουν πλούσια πετρελαϊκά αποθέματα και υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε αυτά. Ουσιαστικά, η ανάγκη για ανάπτυξη οδηγεί την Κίνα σε

¹⁵⁶ Κρατική εταιρεία της Κίνας, η μεγαλύτερη στην παραγωγή υπεράκτιου πετρελαίου και φυσικού αερίου στη χώρα. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.cnooc.com.cn/col/col6141/index.html>.

¹⁵⁷ Jiang J., Sinton J., Overseas Investments by Chinese National Oil Companies Assessing the Drivers and Impacts, IEA Energy Report, OECD Publishing, 2011, σελ.9-11.

¹⁵⁸ Ibid.

¹⁵⁹ Ibid. σελ.9-23.

νέες περιοχές ακολουθώντας το παράδειγμα της ανάπτυξης μέσω εισαγόμενων πόρων από αναπτυσσόμενες περιοχές όπως έδειξαν και οι ισχυρές δυτικές χώρες.¹⁶⁰

II. Η χρηματοδότηση του φυσικού αερίου στον αναπτυσσόμενο νότο

Η ανάπτυξη της παραγωγής του φυσικού αερίου στις αναπτυσσόμενες χώρες διαφοροποιείται από το πετρέλαιο στον τομέα του οικονομικού κέρδους. Το πετρέλαιο κατέχει τη μερίδα του λέοντος στην κατηγορία των ενεργειακών πόρων ενώ το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται σε λιγότερες περιοχές λόγω της δυσκολίας μεταφοράς του. Η ανάπτυξη του LNG έδωσε λύση σε αυτήν την κατάσταση παγκοσμιοποιώντας την χρήση του, μολονότι απέχει ακόμα από τον υπερσκελισμό του πετρελαίου στο παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα. Όπως και στην περίπτωση του πετρελαίου η εκμετάλλευσή του γίνεται από εγχώριες ή ξένες εταιρείες.

Οι κατηγορίες διάκρισης των υδρογονανθράκων στις αναπτυσσόμενες χώρες γίνονται σε υδρογονάνθρακες με ή χωρίς περιορισμένη επιτήδευση, σε χώρες με αποδεδειγμένο μη εξαγωγίμο πετρέλαιο, σε χώρες με αποδεδειγμένο εξαγωγίμο πετρέλαιο και φυσικό αέριο, και σε χώρες με αποδεδειγμένο μη εξαγωγίμο φυσικό αέριο. Στην περίπτωση του φυσικού αερίου, οι χώρες με αποδεδειγμένα εξαγωγίμο φυσικό αέριο δύνανται να παράσχουν κίνητρα οικονομικού χαρακτήρα όπως επίσης και νέες άδειες εξερεύνησης για αποθέματα φυσικού αερίου με αποτέλεσμα να είναι ιδιαίτερα ελκυστικές για επενδύσεις. Αντίθετα, στην περίπτωση των χωρών με μη εξαγωγίμο αποθέματα φυσικού αερίου, η κατάσταση είναι αντιστρόφως ανάλογη καθώς απευθύνεται ουσιαστικά στην εγχώρια αγορά, με αποτέλεσμα η προσέλκυση των ξένων εταιρειών να γίνεται κυρίως μέσω της απόδοσης των κερδών σε ξένο νόμισμα και μέσω των επιδότησεων πολυεθνικών οργανισμών. Ίδια πρακτική παρατηρείται και στην περίπτωση του πετρελαίου.¹⁶¹

Η χρηματοδότηση των σχεδίων φυσικού αερίου διεξάγεται με παρεμφερή τρόπο σε σχέση με το πετρέλαιο. Τα στοιχεία δείχνουν ότι το κράτος θα συνεχίζει να παίζει σημαντικό ρόλο στα ενεργειακά σχέδια στις αναπτυσσόμενες χώρες με την

¹⁶⁰ Jiang J., Sinton J., Overseas Investments by Chinese National Oil Companies Assessing the Drivers and Impacts, IEA Energy Report, OECD Publishing, 2011, σελ.9-23.

¹⁶¹ Petrou B., Promoting Investment for Natural Gas Exploration and Production in Developing Countries, Industry and Energy Department Working Paper Energy Series Paper No.10, The World Bank Industry and Energy Department, PPR, Washington D.C., World Bank, 1989, σελ.13-15. Διαθέσιμο στο <http://documents.worldbank.org/curated/en/799861468740664447/pdf/multi-page.pdf> Ημ. Εισόδου: 5/9/2016.

αρωγή όμως των ιδιωτικών φορέων. Η χρηματοδότηση των δημοσίων σχεδίων συμπληρώνεται από εμπορικές πηγές. Ακόμα και στην περίπτωση των ιδιωτικών σχεδίων είναι αδύνατη η πραγματοποίησή τους χωρίς την κρατική συνεργασία για την ασφάλεια του χρέους και την χρήση ίδιων κεφαλαίων. Κατά συνέπεια, ο σχεδιαστής του έργου οφείλει να αξιολογήσει κατά την κατάρτιση του σχεδίου τις πηγές χρηματοδότησης. Αυτές δύνανται να είναι πολυμερείς αναπτυξιακοί οργανισμοί όπως η Παγκόσμια Τράπεζα και το ΔΝΤ οι οποίοι παρέχουν βοήθεια στις κυβερνήσεις αλλά και στις ιδιωτικές επενδύσεις, διμερείς συνεργασίες με εξαγωγικές και εισαγωγικές τράπεζες των ανεπτυγμένων χωρών οι οποίες δανείζουν υπό συγκεκριμένους όρους τα κράτη και τις ιδιωτικές εταιρείες και εμπορική χρηματοδότηση από αγορές ομολόγων και ειδικά ενεργειακά ταμεία. Με βάση τα χαρακτηριστικά του έργου μπορούν να προκύψουν εναλλακτικές πηγές χρηματοδότησης. Οι κυβερνήσεις αναλαμβάνουν να στηρίζουν τα ενεργειακά σχέδια μέσω της επιδοτούμενης ενέργειας, φοροαπαλλαγών και δημιουργίας των κατάλληλων υποδομών ενώ παράλληλα χρηματοδότηση παρέχεται από αναδόχους των έργων και από πολυεθνικές εταιρείες στον τομέα του εξοπλισμού.¹⁶²

Η αξιοποίηση των κοιτασμάτων φυσικού αερίου μοιάζει αρκετά με την αντίστοιχη διαδικασία εκμετάλλευσης του πετρελαίου. Συνεπώς, η ανάπτυξη πολυμερών συνεργασιών μεταξύ κρατών, εταιρειών και διεθνών οργανισμών είναι αναγκαία συνθήκη για την εκμετάλλευση της εν λόγω ενεργειακής πηγής.

III. Η Ινδική εκδοχή για την εκμετάλλευση του άνθρακα

Ο άνθρακας είναι ένας ορυκτός πόρος ο οποίος βρίσκεται σε αφθονία σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλεί ώθησε τη διεθνή κοινότητα να πάρει πρωτοβουλίες για τη βιώσιμη χρήση του.

Η βιώσιμη ανάπτυξη του άνθρακα στηρίζεται στους τρεις πυλώνες: την περιβαλλοντική προστασία, την οικονομική μεγέθυνση και την κοινωνική δικαιοσύνη. Η θετική συνεισφορά στην οικονομία και στην κοινωνία που προσδίδει ο άνθρακας αντισταθμίζεται από τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον στο οποίο και επικεντρώνεται η προσοχή. Μέχρι σήμερα, οι καταβληθείσες προσπάθειες έχουν

¹⁶² Razavi H., Financing Energy Projects in Developing Countries, PennWell, 2007, σελ.38-42.

επιτύχει την βέλτιστη, τεχνικά και οικονομικά, χρήση του άνθρακα οι οποίες και θα συνεχιστούν.¹⁶³

Η διεθνής κοινότητα αναγνωρίζοντας τις συνέπειες που είχε η χρήση του άνθρακα ανέλαβε πρωτοβουλίες για μεταφορά τεχνολογίας χαμηλού άνθρακα στον αναπτυσσόμενο νότο αποβλέποντας πρωτίστως στην μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Οι τεχνολογίες χαμηλού άνθρακα είναι αποτέλεσμα καινοτομιών των ανεπτυγμένων χωρών, οι οποίες και αναλαμβάνουν την μεταφορά τους στις αναπτυσσόμενες χώρες, με την μεταφορά να περιλαμβάνει εκτός από τις ίδιες τις τεχνολογίες και την τεχνογνωσία. Η τεχνολογική μεταφορά περιλαμβάνει την γρήγορη μεταφορά της καινοτομίας, τη δημιουργία θέσεων εργασίας και τη μείωση του κόστους των CCT. Οι αναπτυσσόμενες χώρες είναι ιδανικές για την εφαρμογή των τεχνολογιών και το πέρασμα από το πειραματικό στάδιο στην πρακτική εφαρμογή προσπορίζοντας οφέλη και στις ανεπτυγμένες χώρες. Επίσης, η εφαρμογή των CCT δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας ενώ το χαμηλό κόστος παραγωγής στις χώρες αυτές ευνοεί την ανάπτυξη τους με κέρδος για τα κράτη και τους επενδυτές. Η υλοποίηση της τεχνολογικής μεταφοράς πραγματοποιείται με χρηματοδότηση από τις ανεπτυγμένες χώρες και με τη δημιουργία ενός νομοθετικού και κανονιστικού πλαισίου το οποίο θα ευνοεί τις επενδύσεις σε CCT. Αυτές λαμβάνουν χώρα με τη δημόσια αρωγή των ανεπτυγμένων κρατών και την δράση των κυβερνήσεων των αναπτυσσόμενων χωρών για την εκμετάλλευση των ωφελειών της τεχνογνωσίας και της ανάπτυξης των συγκεκριμένων τεχνολογιών.¹⁶⁴

Η περίπτωση της Ινδίας αποτελεί μία εύληπτη περίπτωση για την ανάπτυξη τεχνολογιών χαμηλού άνθρακα. Η Ινδία είναι η 3^η παραγωγός χώρα άνθρακα παγκοσμίως έχοντας το 8% της παγκόσμιας παραγωγής. Παρά το υψηλό αυτό ποσοστό, είναι παράλληλα και η 8^η χώρα εισαγωγής άνθρακα. Οι καθαρές τεχνολογίες άνθρακα εφαρμόζονται βραχυπρόθεσμα, μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα. Η χαμηλή ποιότητα του άνθρακα θέτει εμπόδια στην βραχυπρόθεσμη μείωση των εκπομπών και στη συντήρηση των εγκαταστάσεων μαζί με τα τεχνικά προβλήματα τα οποία δυσχεραίνουν την κατάσταση. Στην Ινδία το 90%

¹⁶³ Case Studies in Sustainable Development in the Coal Industry, Coal Industry Advisory Board, International Energy Agency (IEA), 2006, σελ.19-20. Διαθέσιμο στο https://www.iea.org/ciab/papers/CIAB_Case_Studies_2006.pdf Ημ. Εισόδου: 7/9/2016.

¹⁶⁴ Liu H., Liang X., "Strategy for promoting low-carbon technology transfer to developing countries: The case of CCS", Energy Policy, Volume 39, Issue 6, 2011, σελ.3106-3116. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2011.02.051> Ημ.Εισόδου: 24/10/2016.

της ενέργειας παράγεται από κρατικές επιχειρήσεις με αποτέλεσμα να υπάρχει περιορισμένο ενδιαφέρον για επενδύσεις. Η National Thermal Power Corporation (NTPC)¹⁶⁵ είναι υπεύθυνη για τη οργάνωση και λειτουργία των μονάδων εκμετάλλευσης και παραγωγής ενέργειας από άνθρακα με τις κυριότερες χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες καύσης του άνθρακα να είναι η καύση κονιοποιημένου καυσίμου (PFC) και η κυκλούμενη καύση ρευστοποιημένης κλίνης (CFBC). Σε μεσοπρόθεσμη προς μακροπρόθεσμη βάση, η υπερκρίσιμη μονάδα κονιοποιημένου άνθρακα λειτουργεί επικουρικά στη μείωση των εκπομπών περιορίζοντας σε μεγάλο βαθμό την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα. Η NTPC φτιάχνει την πρώτη μονάδα με τη συγκεκριμένη τεχνολογία στην Ινδία. Η εισαγωγή της τεχνολογίας της αεριοποίησης του άνθρακα θεωρείται ότι θα πραγματοποιηθεί στα επόμενα χρόνια με τις ΗΠΑ να επιδιώκουν να πείσουν την Ινδία για τα οφέλη της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Σε μακροπρόθεσμη βάση, η συλλογή και αποθήκευση του άνθρακα (CCS) είναι ένα σημαντικό ζήτημα για την Ινδία το οποίο βρίσκεται ακόμα στη φάση του σχεδιασμού.¹⁶⁶ Η Ινδία ως χώρα του αναπτυσσόμενου κόσμου έχει κάνει σημαντικά βήματα για τη μείωση των εκπομπών του άνθρακα με την εφαρμογή καθαρών τεχνολογιών χαμηλού άνθρακα ζήτημα το οποίο κυριαρχεί στα ενεργειακά σχέδια εκμετάλλευσης του άνθρακα στον αναπτυσσόμενο νότο.

Ο άνθρακας είναι πολύ σημαντικός για τις αναπτυσσόμενες χώρες καθώς εξασφαλίζει τον ενεργειακό εφοδιασμό τους ανταποκρινόμενος στις ενεργειακές τους ανάγκες.

Οι εταιρείες που ασχολούνται με την εξόρυξη του άνθρακα εκτός από πολυεθνικές είναι συνήθως μικρές επιχειρήσεις και σε πολλές περιπτώσεις οικογενειακές. Οι εταιρείες αυτές επωμίζονται την ευθύνη της αποφυγής πρόκλησης περιβαλλοντικών ζημιών κατά τις εργασίες εκμετάλλευσης του άνθρακα. Η υπάρχουσα πρακτική εμπειρία λειτουργεί υποστηρικτικά προς αυτήν την κατεύθυνση.¹⁶⁷

¹⁶⁵ Είναι η μεγαλύτερη εταιρεία ενέργειας στην Ινδία, αρμόδια για την υλοποίηση ενεργειακών σχεδίων και την παροχή αξιόπιστης ενέργειας με βιώσιμο τρόπο. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.ntpc.co.in/en/about-us>.

¹⁶⁶ Watson J., κ.ά., Technology and mitigation in developing countries: Are cleaner coal technologies a viable option?, Human Development Report 2007/2008, 2007, σελ.36-44. Διαθέσιμο στο http://hdr.undp.org/sites/default/files/watson_mackerron_ockwell_wang.pdf Ημ. Εισόδου: 8/9/2016.

¹⁶⁷ Coal Energy Sustainable Development, World Coal Association, 2012, σελ.19-21. Διαθέσιμο στο <https://sustainabledevelopment.un.org/getWSDoc.php?id=996> Ημ. Εισόδου: 24/9/2016.

Οι μικρές επιχειρήσεις εκμετάλλευσης άνθρακα μετέρχονται την χειροκίνητη εξόρυξη η οποία εξασφαλίζει την επιβίωση σε πολλές οικογένειες στον αναπτυσσόμενο νότο. Η χειροκίνητη εξόρυξη προκάλεσε περιβαλλοντικά προβλήματα όπως απώλεια των ορυκτών πόρων και περιβαλλοντική υποβάθμιση. Παρόλα αυτά αποτελεί πεδίο οικονομικής δραστηριότητας που δημιουργεί θέσεις εργασίας και ενισχύει τις τοπικές και εθνικές οικονομίες.¹⁶⁸

IV. Ανάπτυξη της πυρηνικής ενέργειας και η περίπτωση της Κίνας

Οι περισσότερες περιοχές του αναπτυσσόμενου κόσμου έχουν σημαντικές ενεργειακές πηγές. Παρόλα αυτά η πυρηνική ενέργεια υφίσταται σε αρκετές αναπτυσσόμενες χώρες. Οι επιπτώσεις των πυρηνικών αποβλήτων αποτελούν τον μεγαλύτερο κίνδυνο που κομίζει η χρήση της, με αποτέλεσμα να είναι παραπάνω από απαραίτητη η χρήση τεχνολογιών που θα περιορίζουν τις επιδράσεις τους στις αναπτυσσόμενες χώρες λόγω και των περιορισμένων οικονομικών τους δυνατοτήτων σε σχέση με τις ανεπτυγμένες χώρες.

Η συνεισφορά της πυρηνικής ενέργειας στην ηλεκτρική παραγωγή του αναπτυσσόμενου νότου ανέρχεται συνολικά σε ποσοστό 7%, στοιχείο που καταδεικνύει ότι αποτελεί δευτερεύουσα ενεργειακή πηγή για την εν λόγω περιοχή. Η εκπόνηση ενός πυρηνικού προγράμματος στις αναπτυσσόμενες χώρες απαιτεί σημαντική υποστήριξη από τις ανεπτυγμένες χώρες με τη μορφή της διμερούς συνεργασίας να θεωρείται η πιο αρμόδια για την δημιουργία της απαραίτητης υποδομής. Επιπλέον, η IEA λειτουργεί ως αρωγός στο γενικό σχεδιασμό μέσω της ανάπτυξης ενός προγράμματος που θα βοηθήσει τις χώρες να οικοδομήσουν την ικανότητα αξιολόγησης των αναγκών τους σε ενέργεια και υποδομές, προγραμματισμού για την πυρηνική ενέργεια καθώς επίσης και την ικανότητα εκπόνησης χρονοδιαγράμματος.¹⁶⁹

Η πυρηνική ενέργεια είναι μία ακριβή μορφή ενέργειας και για το λόγο αυτό είναι μείζονος σημασία η χρηματοδότησή της. Το υψηλό κόστος σε συνδυασμό με

¹⁶⁸ Davidson J., The Transformation and Sustainable Development of small-scale mining enterprises in developing countries, Natural Resources Forum, Buuterworth-Heinemann Ltd, 1993, σελ.315-326. Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1477-8947.1993.tb00192.x/epdf> Ημ. Εισόδου: 7/9/2016.

¹⁶⁹ Laue H.J., Bennett L.L., Skjoeldebrand R., Nuclear Power in Developing Countries, IAEA Bulletin Vol.26, No.1 Διαθέσιμο στο <https://www.iaea.org/sites/default/files/26105380308.pdf> Ημ. Εισόδου: 8/9/2016.

τους περιορισμένους οικονομικούς πόρους στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι το κυριότερο πρόβλημα για την ανάπτυξή της καθώς πρέπει να διατεθούν και για άλλες σημαντικές ανάγκες όπως είναι η υγεία και η εκπαίδευση με αποτέλεσμα η συνδρομή επενδυτών να για την υλοποίηση των ενεργειακών σχεδίων να είναι αναπόφευκτη λύση. Ο σχεδιασμός μικρών εμπορικών πυρηνικών αντιδραστήρων θα μείωνε σημαντικά το κόστος ανάπτυξης της πυρηνικής ενέργειας. Επίσης, οι υψηλές τιμές στα τιμολόγια ηλεκτροπαραγωγής εξασφαλίζουν την οικονομική αποδοτικότητα της επένδυσης καλύπτοντας τα έξοδα. Επιπλέον, η συγκέντρωση επαρκών ιδίων κεφαλαίων μειώνει το τελικό κόστος δημιουργίας των εγκαταστάσεων και της παραγωγής.¹⁷⁰

Η τεχνολογική καινοτομία είναι υπερπολύτιμη για τις αναπτυσσόμενες χώρες καθώς εξασφαλίζει τη μέγιστη δυνατή αποδοτικότητα με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Τα μικρά, αναξιόπιστα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας σε αρκετές αναπτυσσόμενες χώρες δυσχεραίνουν την ανάπτυξη της πυρηνικής ενέργειας. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την μεγαλύτερη αξιοπιστία του δικτύου, την αύξησή του σε μέγεθος ενώ υπάρχουν σχέδια για μελλοντικούς μικρούς και μεσαίους αντιδραστήρες (SMR's) οι οποίοι θεωρείται ότι θα μειώσουν σημαντικά το κόστος παραγωγής ανά μονάδα της πυρηνικής ενέργειας.¹⁷¹

Η Κίνα θα αποτελέσει τον οδηγό για την κατανόηση της ανάπτυξης της πυρηνικής ενέργειας σε μία αναπτυσσόμενη χώρα. Η οικονομική άνοδος της Κίνας στηρίχθηκε από την παραγωγή και χρήση του άνθρακα, η οποία όμως προκάλεσε υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Αναπόδραστα, η Κίνα στράφηκε σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας με την πυρηνική ενέργεια να είναι μία από τις επιλογές. Τα προφανή της πλεονεκτήματα με τις μηδενικές εκπομπές αέριων ρύπων συνέβαλαν καθοριστικά στην προώθηση της ανάπτυξής της.¹⁷²

Η ανάπτυξη της πυρηνικής ενέργειας στην Κίνα βασίστηκε σε επενδύσεις που ενθαρρύνθηκαν από την κυβέρνηση της χώρας. Στον τομέα του τεχνικού εξοπλισμού

¹⁷⁰ Nuclear Power In Developing Countries, International Atomic Energy Agency, σελ.1-10. Διαθέσιμο στο https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC50/GC50InfDocuments/English/gc50inf-3-att3_en.pdf Ημ. Εισόδου: 8/9/2016.

¹⁷¹ Ibid.

¹⁷² Zeng M., κ.ά, Review of nuclear power development in China: Environmental analysis, historical stages, development status, problems and countermeasures, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier Ltd, Volume 59, 2016, σελ.1369-1383. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.045> Ημ. Εισόδου: 8/9/2016.

χρησιμοποιείται η τρίτη γενιά τεχνολογίας πυρηνικών μονάδων ενώ έχει προγραμματιστεί η χρησιμοποίηση της τεχνολογίας τέταρτης γενιάς με ορίζοντα το 2030 με την υποστήριξη μεταξύ άλλων των ΗΠΑ, της Γαλλίας, του Ηνωμένου Βασιλείου και της Ιαπωνίας. Η συγκεκριμένη τεχνολογία θα παρέχει ασφάλεια και βιώσιμη ανάπτυξη, θα εκλύονται πολύ λιγότερα απόβλητα ενώ θα περιοριστεί σε πολύ μεγάλο βαθμό ο κίνδυνος ατυχήματος. Η ανισορροπία στην περιφερειακή ανάπτυξη, καθώς οι πυρηνικές εγκαταστάσεις δίνουν ενέργεια στην ανατολική Κίνα, και η καθυστέρηση στην κατασκευή των πυρηνικών σταθμών είναι τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η Κίνα στην ανάπτυξη των πυρηνικών μονάδων. Η διάσπαρτη ικανότητα πόρων της βιομηχανίας της πυρηνικής ενέργειας σχετίζεται με την λειτουργία των πυρηνικών μονάδων στην ίδια περιοχή από διαφορετικές εταιρείες όπως επίσης και την παροχή του εξοπλισμού από τρεις εταιρείες. Επιπλέον, η χρήση της ξεπερασμένης τρίτης γενιάς πυρηνικής τεχνολογίας προκαλεί προβλήματα καθώς δεν ανταποκρίνεται στα κριτήρια ασφάλειας που έχουν τεθεί σε διεθνές επίπεδο. Η ελλιπής οργάνωση της κινεζικής πυρηνικής βιομηχανίας μειώνει την αποδοτικότητα της καθώς απαιτείται ισχυρή οργάνωση και καθοδήγηση για να είναι αποτελεσματική.¹⁷³

Η Κίνα, μετά το ατύχημα της Fukushima¹⁷⁴, επέλεξε να υποστηρίξει την πολιτική της στην πυρηνική ενέργεια ελέγχοντας τις υφιστάμενες εγκαταστάσεις και αναστέλλοντας την έγκριση κατασκευής νέων εγκαταστάσεων. Ειδικότερα, η κινεζική κυβέρνηση διευκρίνισε ότι δεν θα υπάρξει αλλαγή στο χρονοδιάγραμμα του πυρηνικού προγράμματος και η CNNC απαίτησε την παρακολούθηση των πυρηνικών εγκαταστάσεων και των δραστηριοτήτων σε αυτές.¹⁷⁵

¹⁷³ Zeng M., κ.ά, Review of nuclear power development in China: Environmental analysis, historical stages, development status, problems and countermeasures, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier Ltd, Volume 59, 2016, σελ.1369-1383. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.045> Ημ. Εισόδου: 8/9/2016.

¹⁷⁴ Πρόκειται για το ατύχημα στον πυρηνικό σταθμό της Fukushima στην Ιαπωνία, το οποίο προήλθε από τσουνάμι και μέχρι σήμερα υπάρχουν σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/fukushima-accident.aspx>

¹⁷⁵ Zeng M., κ.ά, “Nuclear Energy in the Post Fukushima Era: Research on the developments of the Chinese and worldwide nuclear power industries”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier Ltd, Volume 58, 2016, 147-156. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.165> Ημ. Εισόδου: 8/9/2016.

Η αξιοποίηση της πυρηνικής ενέργειας είναι μια επιλογή για χώρες που θέλουν να αναζητήσουν εναλλακτικές πηγές ενέργειας από το πετρέλαιο. Παρόλα αυτά, η ιδιαίτερη φύση της λόγω των εξαιρετικά επικίνδυνων αποβλήτων που παράγονται απαιτεί την τήρηση πολύ αυστηρών μέτρων ασφαλείας. Αν συνυπολογιστεί και το οικονομικό της κόστος διαπιστώνουμε ότι η επένδυση σε αυτή την ενεργειακή μορφή είναι ένα πολύ επικίνδυνο ρίσκο.

V. Συνθήκες και τρόποι χρηματοδότησης των υδροηλεκτρικών μονάδων και τα μικρά υδροηλεκτρικά συστήματα

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι αξιοσημείωτη ενεργειακή πηγή για τις αναπτυσσόμενες χώρες που διαθέτουν υδάτινους όγκους καθώς συντελεί στην ηλεκτροπαραγωγή χωρίς ανεπανόρθωτες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Η χρηματοδότηση των σχεδίων εκμετάλλευσης της υδροηλεκτρικής ενέργειας γίνεται κυρίως με κρατικά κεφάλαια καθώς επίσης και από διεθνείς οργανισμούς όπως η Παγκόσμια Τράπεζα αλλά και με ιδιωτικές επενδύσεις. Οι ιδιωτικές επενδύσεις στον συγκεκριμένο τομέα τείνουν να αυξάνονται με πολλές αναπτυσσόμενες χώρες να στρέφονται προς αυτές για την κατασκευή υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Επίσης, οι ιδιωτικές επενδύσεις στρέφονται στην αγορά, αποκατάσταση και λειτουργία υφιστάμενων υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων ιδιαίτερα στην περιοχή της Λατινικής Αμερικής με τον σημαντικό υδάτινο όγκο του Αμαζονίου να αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα. Τα ιδιαίτερα γεωγραφικά και γεωλογικά χαρακτηριστικά καθώς και η ποσότητα του νερού ανά περιοχή δημιουργούν αμφιβολίες στους ιδιώτες επενδυτές για τα υδροηλεκτρικά συστήματα. Κατά συνέπεια, εξετάζεται η ανάπτυξη της αγοράς σε σχέση με τις αγορές των ανεπτυγμένων χωρών, το νομοθετικό και κανονιστικό πλαίσιο, η προετοιμασία, η εργασία και το κόστος του σχεδίου, οι συνεργασίες για την υλοποίηση των επενδύσεων, το ρίσκο για τον προσδιορισμό του τελικού αντιτίμου με τη συνεκτίμηση των επιδράσεων στο περιβάλλον, η αδυναμία προσέλκυσης εξαγωγικών πιστώσεων, όπως επίσης και τα περιορισμένα υδάτινα αποθέματα σε σχέση με τις ανάγκες ορισμένων περιοχών. Η ύπαρξη ρίσκου στις επενδύσεις σε υδροηλεκτρικά

συστήματα είναι η αιτία αποθάρρυνσης των επενδυτών στην τοποθέτηση χρημάτων στα συγκεκριμένα σχέδια.¹⁷⁶

Ο δισταγμός στην χρηματοδότηση των υδροηλεκτρικών συστημάτων ερμηνεύεται από τα προβλήματα που αναδεικνύει η πρακτική εμπειρία καθώς υδρολογικοί, γεωλογικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στην απόδοση των υδροηλεκτρικών σταθμών.¹⁷⁷ Ενδεικτικό παράδειγμα είναι μία παρατεταμένη περίοδος ξηρασίας η οποία οδηγεί σε μειωμένη παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Ο τύπος των μικρών υδροηλεκτρικών συστημάτων συναντάται συχνά στις αναπτυσσόμενες χώρες. Παρά τις αναντίρρητα θετικές επιδράσεις της στο περιβάλλον, η εφαρμογή της τεχνολογίας των μικρών υδροηλεκτρικών συστημάτων έχει σημειώσει μικρή πρόοδο στις αναπτυσσόμενες χώρες σε σχέση με τις δυνατότητες που έχει για να αναπτυχθεί. Το σχέδιο της εταιρείας ELC, για σταθερή παραγωγή ενέργειας 50 Hz με χαμηλό κόστος λειτουργίας γεννητριών εκτός δικτύου μέσω της χρήσης ηλεκτρονικών συστημάτων, έγινε γνωστό παγκοσμίως και σήμερα είναι διαδεδομένο στις αναπτυσσόμενο νότο όπου προωθεί τη βιωσιμότητα των μικροϋδροηλεκτρικών συστημάτων. Οι γεννήτριες ώθησης έχουν καλύτερη εφαρμογή στα μικροϋδροηλεκτρικά συστήματα καθώς είναι πιο ανεκτικές από την άμμο και τα σωματίδια του νερού, έχουν καλύτερη πρόσβαση σε εργαζόμενα μέρη, δεν υπάρχουν σφραγίδες γύρω από τον άξονα και υπάρχει ευκολία στη διατήρηση και την κατασκευή καλύτερης απόδοσης μερικής ροής. Από την άλλη πλευρά, ο συγκεκριμένος τύπος γεννήτριας θεωρείται ακατάλληλος για χαμηλό υψόμετρο καθώς απαιτεί μεγάλη ταχύτητα στη ροή του νερού. Η συγκεκριμένη τεχνολογία συναντάται συχνά στις αναπτυσσόμενες χώρες καθώς μπορεί να ανταποκριθεί σε διαφορετικές απαιτήσεις και επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε απλές κατασκευές, κάτι το οποίο είναι ιδιαίτερα σημαντικό στις χώρες αυτές λόγω των ελάχιστων οικονομικών πόρων που διαθέτουν για έργα υποδομών και κοινής ωφέλειας συλλήβδην.¹⁷⁸

¹⁷⁶ Briscoe J., "The Financing of Hydropower, Irrigation and Water Supply Infrastructure in Developing Countries", International Journal of Water Resources Development, 15:4, 1999, σελ.463-466. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1080/07900629948718> Ημ. Εισόδου: 13/9/2016.

¹⁷⁷ Ibid.

¹⁷⁸ Paish O., "Small hydro power: technology and current status", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 6, Issue 6, 2002, σελ.537-556. Διαθέσιμο στο [http://dx.doi.org/10.1016/S1364-0321\(02\)00006-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1364-0321(02)00006-0) Ημ. Εισόδου: 13/9/2016.

Συνεπώς, η ανάπτυξη της υδροηλεκτρικής ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι αποτέλεσμα κρατικής χρηματοδότησης κατά κύριο λόγο και δευτερευόντως από διεθνείς χρηματοδοτικούς θεσμούς και ιδιώτες. Τα μικρά υδροηλεκτρικά είναι ιδανικά για τις αναπτυσσόμενες χώρες και αποτελούν μία βιώσιμη και εφικτή πηγή ενέργειας.

3. Επενδύσεις στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

I. Εμπόδια ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας, η αντιμετώπισή τους και η περίπτωση της Αιγύπτου

Η αιολική ενέργεια είναι διαθέσιμη στις περισσότερες περιοχές παγκοσμίως. Η ανάπτυξή της στον αναπτυσσόμενο νότο είναι μία θετική προοπτική για την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης και την εξασφάλιση ενεργειακής επάρκειας στην περιοχή αυτή δίχως σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες έρχεται αντιμέτωπη με τεχνικά, οικονομικά, χρηματοδοτικά και θεσμικά εμπόδια τα οποία δυσχεραίνουν τις προσπάθειες των χωρών να εκμεταλλευτούν την εν λόγω ενεργειακή πηγή και λειτουργούν αποτρεπτικά για υποψήφιους επενδυτές. Αξιοσημείωτα τεχνικά εμπόδια στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι η έλλειψη επιστημονικών δεδομένων για την αξιολόγηση της δυνατότητας ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας σε συγκεκριμένη περιοχή, η έλλειψη πρόσβασης σε γραμμές μετάδοσης του ηλεκτρισμού όπως επίσης και η μη προσαρμογή του εξοπλισμού στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής η οποία περιορίζει την αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής. Τα οικονομικά κεφάλαια που απαιτούνται για την δημιουργία των αιολικών πάρκων και τη μεταφορά της ενέργειας και η αβεβαιότητα για το οικονομικό αντίκρισμα είναι τα οικονομικά και χρηματοδοτικά εμπόδια που τίθενται στον αναπτυσσόμενο νότο. Η οικονομική αβεβαιότητα είναι αυτή η οποία θέτει εμπόδια στην δανειοδότηση της κατασκευής των αιολικών πάρκων με αποτέλεσμα τα υψηλά επιτόκια στα δάνεια να καθιστούν την εν λόγω επένδυση ασύμφορη για ιδιώτες επενδυτές. Επιπλέον, η κυριαρχία του μονοπωλίου, συνήθως του κράτους, στην ενέργεια στις αναπτυσσόμενες χώρες με την συνεπακόλουθη έλλειψη οικονομικών θεσμών δημιουργεί προβλήματα στις επενδύσεις, ενώ στην περίπτωση

που υλοποιηθούν ενδέχεται ο φορέας εκμετάλλευσης να μην μπορεί να μεταφέρει την ενέργεια σε άλλες περιοχές λόγω ελλείψεων στους εξοπλισμούς.¹⁷⁹

Τα προβλήματα αυτά αντιμετωπίζονται με την κρατική παρέμβαση. Συγκεκριμένα, τα φορολογικά κίνητρα όπως οι φορολογικές ελαφρύνσεις, οι επιδοτήσεις και τα πιστοποιητικά εμπορεύσιμης ενέργειας αντανακλούν την οικονομική αποδοτικότητα των επενδύσεων. Επίσης, τα κανονιστικά κίνητρα αφορούν την εκπλήρωση υποχρεωτικών στόχων σε σχέση με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενώ χρήζει αναφοράς και η ύπαρξη έτερων πολιτικών και προγραμμάτων οι οποίες προωθούν μακροχρόνια συμβόλαια και δευκολύνουν τη μετάδοση της ενέργειας από περιοχή σε περιοχή.

Η Αίγυπτος μας δίνει τη δυνατότητα να αντιληφθούμε εν τοις πράγμασι την υλοποίηση σχεδίων αιολικής ενέργειας σε μία αναπτυσσόμενη χώρα.

Η ηλεκτροπαραγωγή από αιολική ενέργεια στην Αίγυπτο βρίσκεται κάτω από 3%, μακριά από τον αρχικό στόχο του 10% σε σχέση με την συνολική ηλεκτροπαραγωγή. Για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας η χώρα εκπονεί βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα σχέδια. Τα βραχυπρόθεσμα σχέδια αφορούν την δημιουργία αιολικών πάρκων σε σύντομο χρονικό διάστημα με στόχο την άμεση αύξηση της ηλεκτροπαραγωγής. Παράδειγμα βραχυπρόθεσμου σχεδίου στην Αίγυπτο είναι ένα έργο της γερμανικής εταιρείας KfW παραγωγής 200 MW στο Suez¹⁸⁰. Τα μακροπρόθεσμα σχέδια αφορούν μεγάλη αύξηση της παραγωγής από εγκαταστάσεις που θα δημιουργηθούν σε βάθος χρόνου. Η Αίγυπτος φιλοδοξεί να καταστεί μία από τις μεγαλύτερες παραγωγούς χώρες αιολικής ενέργειας με την υλοποίηση ενός μακροπρόθεσμου σχεδίου που θα προβλέπει την υλοποίηση σχεδίων με συμφωνίες αγοράς ενέργειας με την αιγυπτιακή εταιρεία μετάδοσης του ηλεκτρισμού.¹⁸¹

¹⁷⁹ Van Kooten G.C., Timilsina G.R., Wind Power Development Economics and Policies, Policy Research Working Paper 4868, The World Bank Development Research Group Environment and Energy Team, 2009, σελ.12-14. Διαθέσιμο στο <http://documents.banquemoniale.org/curated/fr/705351468149669645/pdf/WPS4868.pdf>. Ημ. Εισόδου: 10/9/2016.

¹⁸⁰ Πρόκειται για ένα σχέδιο της KfW, μιας γερμανικής αναπτυξιακής τράπεζας στο πλαίσιο στήριξης και προώθησης της ανάπτυξης στις αναπτυσσόμενες χώρες. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.bloomberg.com/profiles/companies/2534Z:GR-kfw>.

¹⁸¹ Elsobki M., Wooders P., Sherif Y., Clean Investment in Developing Countries: Case of Egypt, Trade Investment and Climate Change Series, International Institute for Sustainable Development, 2009, σελ.16-18. Διαθέσιμο στο https://www.iisd.org/pdf/2009/bali_2_copenhagen_egypt_wind.pdf Ημ. Εισόδου:10/9/2016.

Η Αίγυπτος έχει αποκτήσει την απαραίτητη τεχνογνωσία, την υποδομή για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας χάρη και στην ξένη αρωγή. Τα στοιχεία που απαιτούνται για μια άρτια και επικερδή αξιοποίηση της ισχύος του ανέμου είναι η έκθεση των λόγων ανάπτυξης της συγκεκριμένης μορφής ενέργειας, η αποσαφήνιση της ενεργειακής της πολιτικής, η ρύθμιση της φορολογικής πολιτικής στη αιολική ενέργεια και η ύπαρξη σχεδιασμού για την αξιοποίηση των συνεργασιών με διεθνείς οργανισμούς που λειτουργούν επικουρικά στην προσέλκυση επενδυτών.¹⁸²

II. Συστήματα ηλιακής ενέργειας για ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό επίπεδο

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες μπορεί να θεωρηθεί μία ιδανική επιλογή λόγω της μεγάλης ηλιοφάνειας που χαρακτηρίζει το μεγαλύτερο μέρος του αναπτυσσόμενου νότου.

Η ανάπτυξη σχεδίων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας στον αναπτυσσόμενο νότο μπορούν να καλύψουν σε μεγάλο βαθμό τις ενεργειακές ανάγκες κατοίκων αγροτικών και απομακρυσμένων περιοχών. Στο πλαίσιο αυτό, προωθούνται στις αναπτυσσόμενες χώρες αγροτικά συστήματα ηλεκτροδότησης με τη χρήση της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Οι στρατηγικές με τις οποίες αναπτύσσονται τα αγροτικά συστήματα ηλεκτροδότησης είναι η επέκταση του δικτύου, τα μικροδίκτυα, και τα αυτόνομα μικρά συστήματα ηλεκτροδότησης. Η επέκταση του δικτύου για την ηλεκτροδότηση των αγροτικών και παραμεθόριων περιοχών προϋποθέτει την καλή ποιότητα των γραμμών μεταφοράς και των μετασχηματιστών του ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ η κλοπή του ρεύματος μέσω καναλιών, μια συχνή πρακτική σε αυτές τις περιοχές, αντιμετωπίζεται με την συντήρηση των γραμμών και των μετασχηματιστών. Τα μικροδίκτυα μεταφέρουν ενέργεια μέσω δικτύων χαμηλής τάσης, τα οποία διασυνδέονται με φωτοβολταϊκά συστήματα, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο την χρήση της ενέργειας από έναν μικρό αριθμό καταναλωτών που διασυνδέονται με το κοινό σύστημα διανομής της ενέργειας. Στις περιοχές της Αφρικής και της νοτιοανατολικής Ασίας έχουν

¹⁸²Elsobki M., Wooders P., Sherif Y., Clean Investment in Developing Countries: Case of Egypt, Trade Investment and Climate Change Series, International Institute for Sustainable Development, 2009, σελ.37. Διαθέσιμο στο https://www.iisd.org/pdf/2009/bali_2_copenhagen_egypt_wind.pdf Ημ. Εισόδου:10/9/2016.

δημιουργηθεί πολλά αυτόνομα μικρά συστήματα φωτοβολταϊκών τα οποία ηλεκτροδοτούν απομακρυσμένες περιοχές.¹⁸³

Η ανάπτυξη των ηλιακών οικιακών συστημάτων (solar home systems) έχει ως αναγκαία προϋπόθεση την εξεύρεση πηγών χρηματοδότησης καθώς το χαμηλό εισόδημα των κατοίκων δεν επιτρέπει την χρηματοδότησή τους από τους ίδιους. Τα προβλήματα χρηματοδότησης εντοπίζονται στο περιορισμένο ενδιαφέρον για χρηματοδότηση από τράπεζες και χρηματοπιστωτικά ιδρύματα λόγω της πιθανότητας κλοπής των υλικών των ηλιακών πάνελ που βρίσκονται σε μακρινή απόσταση από τα σπίτια. Τα χαμηλά έσοδα από την ηλεκτροδότηση υποχρεώνουν τους ιδιοκτήτες να συνεισφέρουν από το αρκετά περιορισμένο εισόδημά τους για τη λειτουργία και τη διατήρηση των συστημάτων. Η χρηματοδότηση των ηλιακών οικιακών συστημάτων λαμβάνει χώρα με πωλήσεις τοις μετρητοίς, με επιδοτήσεις και άμεση επιδότηση με την οποία παρέχεται δωρεάν ο εξοπλισμός απευθείας από το κράτος ή από τον δωρητή με αμοιβή για την υπηρεσία στην οποία το σύστημα εγκαθίσταται και ελέγχεται είτε από την εταιρεία παροχής ενεργειακών υπηρεσιών, είτε από το κράτος είτε από ιδιώτες, και με πωλήσεις με πίστωση.¹⁸⁴

Στις πωλήσεις τοις μετρητοίς τα συστήματα αγοράζονται από τους καταναλωτές με μετρητά και εγκαθίστανται στο σπίτι τους. Οι επιδοτήσεις διευκολύνουν την απόκτηση των συστημάτων από τους καταναλωτές με χαμηλό κόστος, αν και εντοπίζονται προβλήματα, όπως το υψηλό κόστος που ενέχει η επιδότηση για την κάλυψη όλων των καταναλωτών και η διαμάχη αναφορικά με το εάν οι αρνητικές συνέπειες των επιδοτήσεων αντισταθμίζονται από τα οφέλη. Οι πωλήσεις με πίστωση είναι ένας εναλλακτικός τρόπος χρηματοδότησης, ο οποίος γίνεται με πίστωση του εμπόρου, πίστωση στον τελευταίο χρήστη, αγορά και μικροχρηματοδότηση.¹⁸⁵

Τρόποι χρηματοδότησης είναι επίσης οι δωρεές (οι άμεσες επενδύσεις) και οι πιστώσεις καταναλωτή. Στις δωρεές, ο εξοπλισμός παρέχεται ελεύθερα δίχως οικονομική επιβάρυνση ή με ελάχιστο κόστος από τον δωρητή με την ανάπτυξη του συστήματος να πραγματοποιείται ταχέως. Τα σχέδια αυτά συχνά αποτυγχάνουν

¹⁸³ Urmee T., Harries D., Holtorf H.G., Photovoltaics for Rural Electrification in Developing Countries A Road Map, Green Energy and Technology, Springer International Publishing Switzerland, 2016, σελ.6-8.

¹⁸⁴ Ibid. σελ.52-67

¹⁸⁵ Ibid.

καθώς οι ιδιώτες δεν ενδιαφέρονται να συντηρήσουν τις εγκαταστάσεις. Το ίδιο ισχύει και στα μεγάλα σχέδια των SHS όπου οι καταναλωτές πρέπει να συντηρούν οι ίδιοι ή να πληρώνουν για τη συντήρηση των συστημάτων αυτών. Η πίστωση καταναλωτή αναθέτει το κόστος στους καταναλωτές, δίνοντάς τους όμως τη δυνατότητα αναπλήρωσης των εξόδων σε βάθος χρόνου. Η πρακτική εμπειρία δείχνει επιτυχίες και αποτυχίες από την εφαρμογή των μεθόδων αυτών. Η ορθή επιλογή των μεθόδων εξαρτάται από τις συνθήκες που επικρατούν σε κάθε χώρα.¹⁸⁶

Οι διαθέσιμες πληροφορίες για την απόδοση των SHS δείχνουν ότι υπάρχουν προβλήματα στην λειτουργία τους, με το ένα τέταρτο να είναι εκτός λειτουργίας και το ένα πέμπτο να αντιμετωπίζει λειτουργικά προβλήματα. Παρόλα αυτά, υπάρχει μια θετική τάση με τον αριθμό των λειτουργικών συστημάτων να είναι μεγαλύτερος σε σχέση με τη δεκαετία του 1990. Η συνεχής βελτίωση των συστημάτων βοηθάει σημαντικά στην ανάπτυξη και τη λειτουργικότητα των SHS.¹⁸⁷

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας στον αναπτυσσόμενο νότο αφορά την κάλυψη των εγχώριων αναγκών. Η ανάπτυξη των SHS αποτελεί πρακτική εφαρμογή αυτής της τάσης και βοηθά στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό επίπεδο με τους καταναλωτές να είναι υπεύθυνοι για την λειτουργία και τη συντήρησή τους. Το γεγονός αυτό εξηγεί γιατί ανακύπτουν προβλήματα στην μακροπρόθεσμη λειτουργία των μονάδων.

III. Εμπόδια στη γεωθερμία και προϋποθέσεις για επενδύσεις

Οι γεωθερμικές πηγές εντοπίζονται και στον αναπτυσσόμενο νότο με την εκμετάλλευσή τους να αποτελεί μια εναλλακτική, ανανεώσιμη και φιλική στο περιβάλλον μορφή ενέργειας.

Η αξιοποίηση των γεωθερμικών πηγών απαιτεί την υπέρβαση οικονομικών, χρηματοδοτικών και κανονιστικών εμποδίων. Αντίθετα από ότι συμβαίνει συνήθως με το κόστος ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές να είναι ασύμφορο σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, η ηλεκτροπαραγωγή από γεωθερμία είναι σε κάποιες περιπτώσεις ανταγωνιστική με τις συμβατικές μορφές ενέργειας. Το κόστος της

¹⁸⁶ Nieuwenhout F.D.J., κ.ά., Experience with Solar Home System in Developing Countries: A Review, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, John Wiley & Sons, 2001, σελ.445-474. Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pip.392/epdf> Ημ. Εισόδου: 13/9/2016.

¹⁸⁷ Ibid.

ηλεκτροπαραγωγής κυμαίνεται μεταξύ 30\$ και 90\$ ανά κιλοβατώρα εξαρτώμενη βεβαίως από την παραγωγικότητα και τη διάρκεια ζωής των εγκαταστάσεων. Η γεωθερμία έχει γεωγραφική εξάρτηση, είναι δηλαδή ανταγωνιστική όταν χρησιμοποιείται κοντά στην πηγή. Ο ανταγωνισμός από άλλες μορφές ενέργειας και ιδιαίτερα οι χαμηλές τιμές του πετρελαίου είναι ο πιο ανασταλτικός οικονομικός παράγοντας στην ανάπτυξη της παραγωγής γεωθερμίας. Η δημόσια παρέμβαση, είτε με την μειωμένη φορολογία για τη γεωθερμία και την επιβολή φόρων σε ρυπογόνες μορφές ενέργειας, είτε με την μορφή των κινήτρων σε επενδυτές είναι απαραίτητη για την υπέρβαση αυτών των εμποδίων. Επιπλέον, η απουσία ενός νομοθετικού και κανονιστικού πλαισίου για τη ρύθμιση της εξερεύνησης και εκμετάλλευσης της γεωθερμίας δυσχεραίνει την ανάπτυξη της εν λόγω μορφής ενέργειας.¹⁸⁸

Τα χρηματοδοτικά εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι ιδιώτες επενδυτές στη συλλογή στοιχείων για τη ρύθμιση των επενδύσεων στη γεωθερμία είναι οι πολιτικοί κίνδυνοι και οι δραστηριότητες εξερεύνησης και εκμετάλλευσής της. Πολιτικοί κίνδυνοι είναι οι ειδικές ρυθμίσεις για την υλοποίηση του έργου όπως ο τρόπος παραχώρησης, το γενικό νομοθετικό πλαίσιο όπως η επίλυση διαφωνιών και οι οικονομικές ρυθμίσεις όπως η φορολογία. Στους κινδύνους που σχετίζονται με την εξερεύνηση και εκμετάλλευση των γεωθερμικών πηγών εντοπίζουμε τον βαθμό αξιοπιστίας του έργου για την αποδοτικότητά του και το κόστος αξιολόγησης των χαρακτηριστικών του έργου. Η ρύθμιση αυτών των παραμέτρων δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την βέλτιστη οικονομική και παραγωγική απόδοση των γεωθερμικών επενδύσεων.¹⁸⁹

Κίνητρο για τους επενδυτές αποτελεί το γεγονός ότι παρά το σημαντικό κόστος κατασκευής των εγκαταστάσεων, το χαμηλό κόστος παραγωγής και ο προσδιορισμός των μελλοντικών δαπανών προσφέρει ένα σταθερό κέρδος. Η υψηλή τιμή των ορυκτών καυσίμων μπορεί με τη σειρά της να φέρει κέρδος καθώς η γεωθερμία ακολουθεί τα επίπεδα της τιμής τους.¹⁹⁰

¹⁸⁸ Coviello M.F., “Barriers, risks and new regulatory schemes for the development of geothermal resources” στο Geothermal Energy Resources for Developing Countries, επιμ., Chandrasekharam D., Bundschuh J., A.A. Balkema Publishers, Swets & Zeitlinger B.V., Lisse, The Netherlands, 2002, σελ.63-75.

¹⁸⁹ Ibid.

¹⁹⁰ Ibid. σελ.45.

Ο ρόλος του κράτους στην εκμετάλλευση της γεωθερμίας στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι ξεχωριστός, καθώς δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για την έλευση ιδιωτικών επενδύσεων και την ανάπτυξη της γεωθερμίας. Οι δημόσιες επενδύσεις χρηματοδοτούν την εξερεύνηση των γεωθερμικών πηγών, αντίθετα από τις ιδιωτικές επενδύσεις οι οποίες κατευθύνονται προς την εκμετάλλευση των πηγών. Η αύξηση των δημόσιων επενδύσεων σε δεκαπλάσιο ποσό από το σημερινό των 7,4 δις \$ είναι απαραίτητη για την προσέλκυση ιδιωτικών επενδύσεων, που θα επιτρέψουν την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί για την ανάπτυξη της γεωθερμίας. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, η ανάπτυξη της γεωθερμίας στον αναπτυσσόμενο νότο συλλήβδην είναι εφικτή με την επένδυση 133 δις δολλαρίων. Η δημόσια συμμετοχή σε γεωθερμικά σχέδια και αναπτυξιακά προγράμματα πρέπει να ανέρχεται στο μισό περίπου ποσό. Η συμμετοχή του δημοσίου καλύπτεται κατά 73% (5,3\$ δις) από διεθνή χρηματοδοτικά αναπτυξιακά όργανα (DFI) με τη μορφή δανείων και δωρεών, με την χρηματοδότηση αυτή να αποσκοπεί στις δραστηριότητες εξερεύνησης των γεωθερμικών πηγών. Χώρες με σημαντικές γεωθερμικές πηγές και εμπειρία αλλά ασταθή οικονομική και πολιτική κατάσταση αποτρέπουν σε πολλές περιπτώσεις την ιδιωτική επένδυση και ως εκ τούτου καθίσταται επιβεβλημένη η αυξημένη δημόσια συμμετοχή υπό τη μορφή της κρατικής βοήθειας και των DFI.¹⁹¹

Η προσέλκυση των ιδιωτικών επενδύσεων είναι σημαντική αρωγή στην ανάπτυξη της γεωθερμίας λόγω της μειωμένης δημόσιας συμμετοχής και λαμβάνει χώρα με την εξασφάλιση σταθερού κέρδους από τις γεωθερμικές επενδύσεις, τη διαφοροποιημένη δημόσια συμμετοχή, διαχείριση χρέος και προσαρμογή των εργαλείων για την είσοδο στις αγορές. Η εξασφάλιση σταθερού κέρδους προϋποθέτει την ύπαρξη ενός σταθερού κανονιστικού πλαισίου και κυρίως την χαλάρωση των δασμών, η οποία θα εξισορροπίσει τις ανάγκες των κατασκευαστών και την αποπληρωμή των δανείων με τις κρατικές δαπάνες για τη γεωθερμία. Επίσης, δύναται να περιορίσει τους κινδύνους που ελαχιστοποιούν το κέρδος. Η δημόσια συμμετοχή διαφοροποιείται ανάλογα με τις ανάγκες. Κατά συνέπεια, σε κάποιες χώρες η έρευνα του κράτους για γεωθερμικές πηγές είναι απαραίτητη για την προσέλκυση ξένων επενδύσεων ενώ σε άλλες χώρες οι επενδυτές επιζητούν υψηλότερους δασμούς για

¹⁹¹ Micale V., Oliver P., Lessons on the Role of Public Finance in Deploying Geothermal Energy in Developing Countries, A San Giorgio Group Report, Climate Policy Initiative, 2015, σελ.1-26. Διαθέσιμο στο <http://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2015/08/Lessons-on-the-Role-of-Public-Finance-in-Deploying-Geothermal-Energy-in-Developing-Countries-Full-Report.pdf> Ημ. Εισόδου: 15/9/2016.

την κάλυψη των αναγκών τους. Το διαχειρίσιμο χρέος εξασφαλίζεται με ευνοϊκούς όρους στη δανειοδότηση καθιστώντας το οικονομικά βιώσιμο. Επιπροσθέτως, η προσαρμογή εργαλείων για είσοδο στις αγορές πραγματοποιείται με την λήψη μέτρων όπως οι κυβερνητικές εγγυήσεις για την υπέρβαση του οικονομικού ρίσκου.¹⁹²

Ο αναπτυσσόμενος νότος αποτελεί ιδανικό τόπο για την ανάπτυξη της τεχνολογίας των μικρών γεωθερμικών συστημάτων. Η συγκεκριμένη τεχνολογία αφορά την παραγωγή μικρότερης των 5 MW και είναι μία προσιτή πηγή ηλεκτροδότησης για τις αγροτικές περιοχές λόγω του χαμηλού κόστους της.

IV. Αγορές της βιομάζας στον αναπτυσσόμενο νότο και τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η εκμετάλλευσή της

Από το σύνολο των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες κυριαρχεί η βιομάζα. Από το σύνολο της ενεργειακής παραγωγής στην Ασία και στην Αφρική, η ενέργεια από βιομάζα και ξυλεία βρίσκεται στο 50-60% και στο 70-90% αντιστοίχως για αυτές τις ηπείρους. Η βιομάζα στον αναπτυσσόμενο κόσμο προέρχεται κυρίως από την καύση φυτικών και ζωικών αποβλήτων για παραγωγή θερμότητας και ενέργειας.¹⁹³

Επίσης, η καύση της βιομάζας όπως ξυλείας, οργανικών αποβλήτων, κοπριάς και κάρβουνου παρέχει το οικιακό εμπορικό μαγείρεμα και το ζεστό νερό, γεωργία και παραγωγικές χρήσεις που κυριαρχεί στην Ασία και την Αφρική. Η απευθείας καύση της βιομάζας είναι η πιο απλή μορφή βιομάζας καθώς παράγεται ενέργεια και θερμότητα με την καύση της άμεση καύση της βιομάζας. Το χαμηλό οικονομικό κόστος της σε συνδυασμό με την ύπαρξη μεγάλων αποθεμάτων βιομάζας που συναντώνται συχνά στην περίπτωση των αναπτυσσόμενων χωρών εξηγεί την έντονη χρήση της στις χώρες αυτές. Η ηλεκτροπαραγωγή στο έδαφος από βιομάζα είναι ιδιαίτερα ελπιδοφόρα σε αναπτυσσόμενες χώρες με τροπικό κλίμα καθώς τα φυτικά

¹⁹² Micale V., Oliver P., Lessons on the Role of Public Finance in Deploying Geothermal Energy in Developing Countries, A San Giorgio Group Report, Climate Policy Initiative, 2015, σελ.1-26. Διαθέσιμο στο <http://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2015/08/Lessons-on-the-Role-of-Public-Finance-in-Deploying-Geothermal-Energy-in-Developing-Countries-Full-Report.pdf> Ημ. Εισόδου: 15/9/2016.

¹⁹³ Dutschke M., κ.ά., Risk and Chances of Combined Forestry and Biomass Projects under the Clean Development Mechanism, Unep Riso Centre Energy Climate and Sustainable Development, CD4CDM Working Paper Series, Working Paper No.1, Hamburg Institute of International Economics, 2006, σελ.10-17. Διαθέσιμο στο <http://www.unclearn.org/sites/default/files/inventory/unep73.pdf> Ημ. Εισόδου: 18/9/2016.

και ζωϊκά απόβλητα βρίσκονται σε αφθονία. Η χαμηλή απόδοση της μετατροπής της βιομάζας είναι ένα από τα κυριότερα προβλήματα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Στις αστικές περιοχές η αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής ενέργειας από βιομάζα βρίσκεται σε ποσοστό 10-15%, πολύ χαμηλά σε σχέση με το 70-75% στις εκβιομηχανισμένες χώρες ενώ στις κατοικίες η μετατροπή βρίσκεται στο 10%. Σημαντικό πρόβλημα αποτελεί και η αύξηση της ζήτησης για ηλεκτρισμό στον αναπτυσσόμενο κόσμο το οποίο καθιστά επιβεβλημένη την αύξηση της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα.¹⁹⁴

Η ανάπτυξη της βιομάζας και της ειδικότερης μορφής της, της βιοενέργειας, η οποία προέρχεται αποκλειστικά από οργανικά απόβλητα, αντιμετωπίζει αρκετά προβλήματα στον αναπτυσσόμενο νότο. Τα κυριότερα είναι η έλλειψη κεφαλαίων, εξειδικευμένου δυναμικού και ικανοτήτων διαχείρισης της βιομάζας. Επιπλέον, η ύπαρξη του παραδοσιακού τομέα χρήσης της βιομάζας μπορεί να προκαλέσει σύγχυση σχετικά με το εάν επιδίωξη είναι η διατήρηση των δασών ή η δημιουργία νέων. Ακόμα, η αστάθεια στη τιμή του πετρελαίου προβάλλει επιπρόσθετα εμπόδια όπως και στην ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συλλήβδην.¹⁹⁵

Η βιομάζα αποτελεί προσιτή μορφή ενέργειας για τις αναπτυσσόμενες χώρες καθώς διαθέτουν πλούσια αποθέματα φυτικών και ζωϊκών αποβλήτων. Αντίθετα με τις έτερες δυσπρόσιτες ενεργειακές πηγές που η εκμετάλλευσή τους απαιτεί τη χρήση εξελιγμένων τεχνολογιών, η βιομάζα αξιοποιείται με απλές τεχνολογίες, με το χαμηλό κόστος της να είναι ιδιαίτερα ελκυστικό για τις αναπτυσσόμενες χώρες και ιδιαίτερα για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κατοικιών. Αναπόδραστα, η χρήση της στο σύνολο του αναπτυσσόμενου νότου είναι πολύ μεγάλη και ακόμα περισσότερο στις ηπείρους της Αφρικής και της Ασίας, τις πιο φτωχές ηπείρους του πλανήτη.

¹⁹⁴ Dutschke M., κ.ά., Risk and Chances of Combined Forestry and Biomass Projects under the Clean Development Mechanism, Unep Riso Centre Energy Climate and Sustainable Development, CD4CDM Working Paper Series, Working Paper No.1, Hamburg Institute of International Economics, 2006, σελ. 10-17. Διαθέσιμο στο <http://www.uncclearn.org/sites/default/files/inventory/unep73.pdf> Ημ. Εισόδου: 18/9/2016.

¹⁹⁵ Ramsay W., "Biomass energy in developing countries", Energy Policy, Butterworth & Co Publishers, Ltd, Volume 13, Issue 4, 1985, σελ.328-329. Διαθέσιμο στο <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0301421585900254> Ημ. Εισόδου: 18/9/2016.

V. Η δυναμική της Ωκεάνιας Ενέργειας στα Μικρά Αναπτυσσόμενα

Νησιωτικά Κράτη

Η επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης στα Μικρά Αναπτυσσόμενα Νησιωτικά Κράτη (SIDS)¹⁹⁶ είναι εφικτή και με την αξιοποίηση της ωκεάνιας θερμικής ενέργειας (OTEC). Η έλλειψη πετρελαϊκών αποθεμάτων στη συντριπτική πλειοψηφία των SIDS, όπως επίσης και οι περιορισμένες δυνατότητες για ανάπτυξη των υπόλοιπων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθιστούν ιδιαίτερα θελκτική την εκμετάλλευση της OTEC.

Οι SIDS διαθέτουν μαζί με τις ΑΟΖ το 20-25% των ωκεανών, κυρίως όμως η υψηλή θερμοκρασία στην επιφάνεια της θάλασσας καθόλη τη διάρκεια του χρόνου και η μικρή απόσταση από την ακτή, διαμορφώνουν ιδανικές συνθήκες για ανάπτυξη της OTEC. Επίσης, τα περιορισμένα αποθέματα γλυκού νερού στις SIDS και ο επιπρόσθετος περιορισμός τους από την αύξηση του πληθυσμού και τις μειωμένες βροχοπτώσεις λόγω της κλιματικής αλλαγής διευκολύνει την ανάπτυξη των συστημάτων OTEC, καθώς η τεχνολογία που χρησιμοποιείται στην αφαλάτωση μπορεί να συνδυαστεί με τεχνολογίες των OTEC επιτυγχάνοντας εξασφάλιση νερού και ενεργειακή παραγωγή. Επιπλέον, τα συστήματα OTEC παρέχουν τροφική επάρκεια στις SIDS καθώς παράγουν γλυκό νερό, αποτέλεσμα της αφαλάτωσης ενώ το ψυχρό νερό, ένα άλλο παράγωγο των συστημάτων OTEC, βελτιώνει την παραγωγή τροφίμων. Επιπροσθέτως, παρέχουν αρωγή στις SIDS δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας με την μείωση του κόστους της ενέργειας και συμβάλλουν καθοριστικά στην μείωση της πίεσης στο χερσαίο και θαλάσσιο περιβάλλον.¹⁹⁷

Κεφάλαιο 6. Ο αντίκτυπος της εξερεύνησης και εκμετάλλευσης των ενεργειακών πηγών

Η ανάπτυξη της ενέργειας στις επιμέρους μορφές της είναι αναγκαία καθώς στηρίζει τον σύγχρονο τρόπο διαβίωσης. Είναι αναντίρρητες όμως και οι συνέπειες της στο περιβάλλον, με το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής να έχει έντονες επιπτώσεις στις

¹⁹⁶ Έτσι ορίζονται τα νησιωτικά κράτη τα οποία αντιμετωπίζουν προβλήματα από τη θάλασσα λόγω της μικρής τους έκτασης και η οποία συμβάλλει στην υπανάπτυξή τους. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε Τσάλτας Γ.Ι., Αναπτυξιακό Φαινόμενο και Τρίτος Κόσμος, Πολιτικές & Διεθνές Δίκαιο της Ανάπτυξης, Εκδόσεις Παπαζήση, 2010, σελ.184-192.

¹⁹⁷ Binger A., “Potential and Future Prospects for Ocean and Thermal Energy Conversion (OTEC) In Small Islands Developing States (SIDS)”, Small Islands Developing States Network, 2004, σελ.5-11. Διαθέσιμο στο https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Binger_2004.pdf Ημ. Εισόδου: 18/9/2016.

αναπτυσσόμενες χώρες. Συνολικά, ο αναπτυσσόμενος νότος δέχεται έντονα τις επιδράσεις που προκαλεί η κλιματική αλλαγή, αντίθετα από τις ανεπτυγμένες χώρες οι οποίες ρυπαίνουν σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό. Επίσης, η εξερεύνηση και η εκμετάλλευση των ενεργειακών πηγών έχει οικονομικές και κοινωνικές προεκτάσεις για τον αναπτυσσόμενο νότο, με την ιχνηλάτισή τους να παρουσιάζει ξεχωριστό ενδιαφέρον ως προς την συμβολή τους στην ευρύτερη ανάπτυξη της εν λόγω περιοχής.

I. Η κλιματική αλλαγή στις αναπτυσσόμενες χώρες και τα μέτρα προσαρμογής

Η δυσχερής οικονομική κατάσταση των αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς επίσης και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως στην περίπτωση των SIDS, συνδράμουν στην αυξημένη ένταση των περιβαλλοντικών απειλών και προβλημάτων που αντιμετωπίζουν από το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής.

Στην πρόκληση της κλιματικής αλλαγής έχουν συντελέσει κυρίως οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αλλά και η αποδάσωση. Οι σοβαρές και ανεπανόρθωτες βλάβες που προκαλεί απαιτούν συλλογικές πρωτοβουλίες και δράσεις για την αντιμετώπισή της. Τα 2/3 των εκπομπών προέρχονται από τα ορυκτά καύσιμα, γεγονός που αποδεικνύει την αναγκαιότητα στροφής στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας οι οποίες δεν ρυπαίνουν το φυσικό περιβάλλον.¹⁹⁸

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι οδυνηρές για τους φτωχούς κατοίκους των παραθαλάσσιων αναπτυσσόμενων χωρών. Εάν δεν υπάρξει κάποια σημαντική μείωση στην χρήση των ορυκτών καυσίμων, μέχρι το 2080 παραθαλάσσιες πόλεις και χωριά σε χώρες όπως το Μπαγκλαντές, η Ινδία και οι Φιλιππίνες θα έχουν πλημμυρίσει με τους κατοίκους τους να εξαναγκάζονται σε μετανάστευση.¹⁹⁹ Ειδικά οι κάτοικοι αρκετών SIDS βρίσκονται σε ιδιαίτερα δυσχερή θέση με χαρακτηριστικό παράδειγμα τις Μαλδίβες που προβλέπεται μέσα στις επόμενες δεκαετίες να σβήσουν από το χάρτη. Επίσης, η κλιματική αλλαγή προκαλεί σοβαρές βλάβες στην αγροτική παραγωγή. Ειδικά στις περιοχές του αναπτυσσόμενου

¹⁹⁸ Stern N., "What is the economics of climate change", World Economics, Vol.7, No.2, 2006, σελ.7. Διαθέσιμο στο https://www.humphreyfellowship.org/system/files/stern_summary_what_is_the_economics_of_climate_change.pdf Ημ. Εισόδου: 22/9/2016.

¹⁹⁹ King D.A., "Climate Change Science: Adapt, Mitigate, or Ignore?" Science, Volume 303, Issue 5655, 2004, σελ.176-177. Διαθέσιμο στο <http://science.sciencemag.org/content/303/5655/176.full.pdf+html> Ημ. Εισόδου: 22/9/2016.

κόσμου, η γεωργία επηρεάζεται από την μεταβολή των κλιματικών συνθηκών όντας ιδιαίτερα ευπαθή με αποτέλεσμα να υπάρχει και οικονομικός αντίκτυπος. Οι εκτιμήσεις δείχνουν ότι η αύξηση της θερμοκρασίας σε αναπτυσσόμενες χώρες με οριακό κλίμα, ακατάλληλο νερό και υψηλές θερμοκρασίες θα προκαλέσει μείωση της αγροτικής παραγωγής καθιστώντας παράλληλα το έδαφος ακατάλληλο για καλλιέργειες. Άμεση συνέπεια από τη μείωση της παραγωγής είναι κυρίως ο περιορισμός του εισοδήματος των κατοίκων των εν λόγω περιοχών.²⁰⁰

Για τον περιορισμό των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής λαμβάνονται από τα κράτη μέτρα προσαρμογής. Τα μέτρα λαμβάνονται από τα κράτη σε εθνικό επίπεδο και είναι τομεακά τα οποία αφορούν δράσεις σε επιμέρους τομείς που επηρεάζονται όπως η γεωργία, πολυτομεακά που σχετίζονται με τη διαχείριση των φυσικών πόρων όπως το νερό και διατομεακά που αφορούν διάφορους τομείς όπως η έρευνα για νέους τρόπους καλλιέργειας και η εκπαίδευση των αγροτών.²⁰¹ Η μετανάστευση δείχνει τα όρια που έχουν τα μέτρα προσαρμογής, με κατοίκους αγροτικών περιοχών να μετακινούνται σε άλλες περιοχές λόγω της ξηρασίας που καθιστά άγονο το έδαφος για καλλιέργεια. Το ίδιο ισχύει και για τους κατοίκους αρκετών SIDS και παράκτιων περιοχών που η άνοδος της θάλασσας θα τους υποχρεώσει να μεταναστεύσουν.²⁰² Λόγω της αδυναμίας πολλών χωρών να λάβουν μέτρα προσαρμογής, η διεθνής κοινότητα αναλαμβάνει την παροχή βοήθειας μέσω προγραμμάτων όπως τα NAPAs και του Clean Development Mechanism²⁰³ αλλά και μέσω διεθνών οργανισμών, όπως η Παγκόσμια Τράπεζα.²⁰⁴ Αξίζει να αναφέρουμε για τα NAPA's ότι είναι ειδικά προγράμματα που βοηθούν τα Ελάχιστα Ανεπτυγμένα Κράτη να προχωρήσουν σε δράσεις για την αντιμετώπιση άμεσων αναγκών των

²⁰⁰ Mendelsohn R., Dinar A., "Climate Change, Agriculture and Developing Countries: Does Adaptation Matter?" The World Bank Research Observer, vol. 14, no.2, 1999, σελ.277-278. Διαθέσιμο στο <http://wbro.oxfordjournals.org/content/14/2/277.full.pdf+html> Ημ. Εισόδου: 22/9/2016.

²⁰¹ Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and adaptation in Developing Countries, United Nations Framework Convention on Climate Change, 2007, σελ.29-30. Διαθέσιμο στο <https://unfccc.int/resource/docs/publications/impacts.pdf> Ημ. Εισόδου: 17/10/2016.

²⁰² Neil Adger W., κ.ά., Adaptation to climate change in the developing world, Progress in Development Studies, 3,3, 2002, σελ. 185-190. Διαθέσιμο στο <http://pdj.sagepub.com/content/3/3/179.full.pdf+html> Ημ. Εισόδου: 22/9/2016.

²⁰³ Η εγκαθίδρυσή του προβλέφθηκε στο άρθρο 12 του πρωτοκόλλου του Κιότο και επιτρέπει σε μια χώρα που μειώνει ή περιορίζει τις εκπομπές της να εφαρμόσει αντίστοιχα σχέδια σε αναπτυσσόμενες χώρες. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/clean_development_mechanism/items/2718.php.

²⁰⁴ Mertz O., Halsnes K., Olesen J. E., "Adaptation to Climate Change in Developing Countries", Environmental Management, Springer Science+ Business Media Ltd, 2009, σελ.1-10. Διαθέσιμο στο <http://link.springer.com/article/10.1007/s00267-008-9259-3> Ημ. Εισόδου: 17/10/2016.

κρατών ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής.²⁰⁵ Έχοντας ως δεδομένο ότι η κλιματική αλλαγή είναι αναπόφευκτη, το ζητούμενο πλέον δεν είναι η ολοκληρωτική αντιμετώπιση αλλά η προσαρμογή στις νέες συνθήκες.

II. Οι οικονομικές και κοινωνικές πτυχές της εκμετάλλευσης των ορυκτών και ανανεώσιμων πόρων

Η ενέργεια είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη. Τα κυριότερα οφέλη της είναι η κάλυψη των αναγκών στην υγεία, την εκπαίδευση, τις μεταφορές, τις τηλεπικοινωνίες καθώς επίσης και των οικιακών αναγκών. Στον αναπτυσσόμενο νότο, οι θετικές συνέπειες της ενέργειας δεν είναι πάντα εξασφαλισμένες, καθώς εμφανίζονται εμπόδια που τις αναχαιτίζουν.²⁰⁶

Η ύπαρξη και η εκμετάλλευση πετρελαϊκών κοιτασμάτων σε αναπτυσσόμενες χώρες ενέχει επιπρόσθετες συνέπειες εκτός από την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Οι αναπτυσσόμενες χώρες με πετρελαϊκά αποθέματα εμφανίζουν υψηλά επίπεδα φτώχειας, παιδικής θνησιμότητας και χαμηλή ποιότητα ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης. Τα έσοδα από το πετρέλαιο συντελούν σε πρώτο στάδιο στην αύξηση της απασχόλησης, του κατα κεφαλήν εισοδήματος και στη βελτίωση των υποδομών με ταχείς ρυθμούς. Το πρόβλημα που εμφανίζεται συχνά στις πετρελαιοπαραγωγές αναπτυσσόμενες χώρες είναι η στήριξη της οικονομίας στα έσοδα που προέρχονται από το πετρέλαιο με αποτέλεσμα να παραμερίζεται η ανάπτυξη άλλων παραγωγικών κλάδων και να εμποδίζεται με αυτόν τον τρόπο η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των φτωχότερων κοινωνικών στρωμάτων. Οι χώρες οι οποίες έχουν μεγάλη εξάρτηση από το πετρέλαιο έχουν μικρότερες δαπάνες για την ιατροφαρμακευτική περίθαλψη. Επίσης, η πρόσβαση στην εκπαίδευση είναι μειωμένη το οποίο οφείλεται στην απροθυμία των κυβερνήσεων να επενδύσουν σε εκπαιδευτικές πολιτικές λόγω της ευκολίας εισαγωγής υψηλού επιπέδου δεξιοτήτων για την παραγωγή. Τα σημαντικά οικονομικά κεφάλαια που απαιτούνται για την εξερεύνηση και εκμετάλλευση των αποθεμάτων καθιστά κυρίαρχες τις ξένες πετρελαϊκές εταιρείες με τις εγχώριες να έχουν πιο περιορισμένη ισχύ και η οποία εξαρτάται από τις συνεργασίες με αυτές και με τις κυβερνήσεις. Η εξόρυξη του πετρελαίου έχει επιπτώσεις σε τοπικό και

²⁰⁵ National Adaptation Programmes (NAPAs). Διαθέσιμο στο http://unfccc.int/national_reports/napa/items/2719.php.

²⁰⁶ Klaiber B., “Holistic and Systemic Approaches to Implement Energy Access Solutions in the Global South”, στο Sustainable Access to Energy in the Global South Essential Technologies and Implementation Approaches, επιμ., Hostettler S., Gadgil A., Hazboun E., Springer, 2015, σελ.13.

περιφερειακό επίπεδο καθώς δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας με αποτέλεσμα να υπάρχει μετακίνηση ατόμων προς τις τοποθεσίες όπου λαμβάνουν χώρα τα πετρελαϊκά σχέδια. Οι περισσότερες θέσεις εργασίας όμως καταργούνται μετά την ολοκλήρωση του σταδίου δημιουργίας των εγκαταστάσεων.²⁰⁷

Ένα ακόμα αρνητικό στοιχείο στην εξάρτηση της οικονομικής ανάπτυξης από το πετρέλαιο είναι το γεγονός ότι σε περίπτωση κρίσης στην αγορά πετρελαίου μπορεί να επέλθει σοβαρή οικονομική κρίση με ευρύτερες συνέπειες όπως έδειξε και η περίπτωση της Βενεζουέλας. Για το λόγο αυτό είναι θεμιτή η αξιοποίηση αρκετών ενεργειακών μορφών ανάλογα με την περιοχή.

Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας ενέχει σημαντικές κοινωνικές, οικονομικές συνέπειες για τις αναπτυσσόμενες χώρες. Στο τομέα των θετικών συνεπειών, εντοπίζουμε τη δημιουργία θέσεων εργασίας, η οποία είναι μία από τις θετικότερες επιδράσεις των ΑΠΕ στις χώρες αυτές, καθώς το εισόδημα που αποκτάται από τους εργαζομένους αποτελεί μοχλό προώθησης της οικονομίας μέσα από την διαρκή τροφοδότηση της κατανάλωσης και κατά συνέπεια την ευρύτερη οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη. Οι δραστηριότητες και τα στάδια της παραγωγής που διεξάγονται στην περιοχή καθορίζουν εν τέλει και τις θέσεις εργασίας που θα δημιουργηθούν. Επίσης, οι επενδυτές έχουν μειωμένα έξοδα λόγω της οικονομικής αποδοτικότητας των τεχνολογιών των ΑΠΕ με αποτέλεσμα να μειώνεται και το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος και θέρμανσης των καταναλωτών. Η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον αναπτυσσόμενο νότο θα εμπλουτίσει το ενεργειακό τους μείγμα, περιορίζοντας έτσι την εξάρτηση της οικονομίας των χωρών από μία συγκεκριμένη μορφή ενέργειας όπως το πετρέλαιο βελτιώνοντας την ενεργειακή τους ασφάλεια. Παράλληλα, η αύξηση των εσόδων βελτιώνει την ευρύτερη οικονομική κατάσταση των χωρών και των πολιτών τους.²⁰⁸

Η εκμετάλλευση των ενεργειακού δυναμικού σε κάθε χώρα έχει ευρύτερες συνέπειες. Για την αναπτυσσόμενες χώρες συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην

²⁰⁷ Karl T.L., "Oil-Led Development: social, political and economic consequences", στο Encyclopedia of Energy, επιμ. Cleveland C.J., Volume 4, 2007, σελ. 661-672. Διαθέσιμο στο <https://swap.stanford.edu/20141110193621/https://politicalscience.stanford.edu/sites/default/files/documents/KarlEoE.pdf> Ημ. Εισόδου: 20/9/2016.

²⁰⁸ Akella A.K., Saini R.P., Sharma M.P., "Social economical and environmental impacts of renewable energy systems", Renewable Energy Volume 34, Issue 2, 2009, σελ.390-396. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2008.05.002> Ημ. Εισόδου: 20/9/2016.

ανακούφιση της φτώχειας, τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και την εν γένει βελτίωση του οικονομικού και κοινωνικού επιπέδου. Η παρουσία των πολυεθνικών εταιρειών λειτουργεί ανασταλτικά στην προσκόμιση εσόδων στην κοινωνία καθώς λαμβάνουν τη μερίδα του λέοντος αφήνοντας λιγότερα κέρδη στο κράτος και κατ' επέκτασιν στη χώρα που διαθέτει τους ενεργειακούς πόρους. Σε κάθε περίπτωση, οι ενεργειακές πηγές προσδίδουν έσοδα στις περιοχές αυτές και τη δυνατότητα για οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη.

ΜΕΡΟΣ Γ΄: Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΤΟΜΕΑ ΣΤΗΝ
ΥΠΟΣΑΧΑΡΙΑ ΑΦΡΙΚΗ

Κεφάλαιο 7. Η αξιοποίηση της ενέργειας στην Υποσαχάρια Αφρική

ι. Οι χώρες της Υποσαχάριας Αφρικής

Ως Υποσαχάρια Αφρική ορίζεται η περιοχή που βρίσκεται νότια της ερήμου της Σαχάρας. Περιλαμβάνει ουσιαστικά το σύνολο της αφρικανικής ηπείρου πλην της Βόρειας Αφρικής η οποία αποτελείται από την περιοχή του Μαγκρέμπ²⁰⁹ και την Αίγυπτο. Ο συγκεκριμένος όρος αντιπροσωπεύει το διαχωρισμό μεταξύ βορρά και νότου. Οι μαύροι κάτοικοι της Αφρικής αναπτύσσονται απομονωμένοι κατά κάποιο τρόπο από τη Βόρεια Αφρική η οποία βρίσκεται στη Μεσόγειο και είχε περισσότερες δυνατότητες ανάπτυξης λόγω των εμπορικών επαφών που ανέπτυξε με τη Δύση και επηρεάστηκε έντονα από το Ισλάμ και τον αραβικό πολιτισμό.²¹⁰ Διακρίνεται σε τέσσερις μεγάλες περιφέρειες τη Δυτική, τη Κεντρική, την Ανατολική και τη Νότια Αφρική.

Η Δυτική Αφρική αποτελείται από 18 χώρες και συγκεκριμένα από την Ακτή του Ελεφαντοστού, την Γκάμπια, τη Γκάνα, τη Γουινέα, τη Γουινέα-Μπισάου, τη Λιβερία, το Μάλι, τη Μαυριτανία, το Μπενίν, τη Μπουρκίνα Φάσο, το Νίγηρα, τη Νιγηρία, το Πράσινο Ακρωτήριο, τη Σενεγάλη, τη Σιέρα Λεόνε και το Τόγκο. Η Αγία Ελένη βρίσκεται υπό βρετανική διοίκηση ενώ η Δυτική Σαχάρα είναι αμφισβητούμενο έδαφος Μαρόκου και Μαυριτανίας.²¹¹

Η Ανατολική Αφρική αποτελείται από 20 χώρες και συγκεκριμένα από την Αιθιοπία, την Ερυθραία, τη Ζάμπια, τη Ζιμπάμπουε, την Κένυα, τις Κομόρες, τη Μαδαγασκάρη, το Μαλάουι, τον Μαυρίκιο, τη Μοζαμβίκη, το Μπουρουντί, την Ουγκάντα, τη Ρουάντα, τις Σεϋχέλλες, τη Σομαλία, το Σουδάν, την Τανζανία και το Τζιμπουτί. Το Μαγιότ και το Ρεϋνιόν τελούν υπό γαλλική διοίκηση.²¹²

²⁰⁹ Η περιοχή της Βόρειας Αφρικής στην οποία ανήκει το Μαρόκο, η Αλγερία, η Τυνησία και η Λιβύη. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Maghreb>.

²¹⁰ “Sub-Saharan Africa”, New World Encyclopedia. Διαθέσιμο στο http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Sub-Saharan_Africa.

²¹¹ Τσάλτας Γ.Ι., κ.ά., επιμ., Τσάλτας Γ.Ι., Η Γεωγραφία στις Διεθνείς Σπουδές, Εκδόσεις Ι. Σιδέρης, 2011, σελ.116-124.

²¹² Ibid.

Η Κεντρική Αφρική αποτελείται από 9 χώρες, την Αγκόλα, τη Γκαμπόν, την Ισημερινή Γουινέα, το Καμερούν, την Κεντροαφρικανική Δημοκρατία, το Κονγκό, τη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό, το Σάο Τομέ και Πρίνσιπε και το Τσάντ.²¹³

Η Νότια Αφρική αποτελείται από 5 χώρες, το Λεσότο, τη Μποτσουάνα, τη Ναμίμπια, τη Νότια Αφρική και τη Σουαζιλάνδη.²¹⁴

Οι 52 χώρες που συναποτελούν την Υποσαχάρια Αφρική εμφανίζουν κοινά χαρακτηριστικά με εξέχοντα τη φτώχεια και τον πλούτο σε φυσικούς πόρους και μεταλλεύματα. Η φτώχεια είναι μία οδυνηρή πραγματικότητα για την περιοχή με 18 κράτη να υπάγονται στην κατηγορία των Ελάχιστα Ανεπτυγμένων Χωρών.²¹⁵ Τα περισσότερα κράτη ταλανίζονται από έντονα αναπτυξιακά προβλήματα και με τις παρεπόμενες συνέπειες της πείνας και των ασθενειών με το AIDS να αποτελεί πραγματική μάστιγα για την περιοχή.²¹⁶

Από τη σκοπιά των φυσικών πόρων και των μεταλλευμάτων, η Αφρική είναι μία πολύ πλούσια περιοχή. Ορισμένοι πόροι της υπερβαίνουν την αντίστοιχη ποσότητα στο σύνολο του πλανήτη με το ταντάλιο (70%) και το κοβάλτιο (68%) να αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα. Από τους ενεργειακούς πόρους εντοπίζονται στην Αφρική το 9% και το 10% των παγκόσμιων αποθεμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου αντιστοίχως.²¹⁷

ii. Οι ενεργειακές πηγές της περιοχής

Η Υποσαχάρια Αφρική είναι μία περιοχή στην οποία διαγράφονται σημαντικές προκλήσεις στο πεδίο της ενέργειας. Οι περισσότερες χώρες της περιοχής δεν διαθέτουν αξιοσημείωτες και επαρκείς αξιοποιήσιμες ενεργειακές πηγές οι οποίες βρίσκονται σε λίγες προνομιούχες χώρες. Παρόλα αυτά, η ανακάλυψη σημαντικών κοιτασμάτων πετρελαίου και άνθρακα σε ορισμένες χώρες έχουν ανακινήσει το

²¹³ . Τσάλτας Γ.Ι., κ.ά., επιμ., Τσάλτας Γ.Ι., Η Γεωγραφία στις Διεθνείς Σπουδές, Εκδόσεις Ι. Σιδέρης, 2011, σελ.116-124.

²¹⁴ Ibid. σελ.120-122.

²¹⁵ Ειδικότερη κατηγορία των αναπτυσσόμενων χωρών λόγω της πολύ μεγάλης φτώχειας και υπανάπτυξης που αντιμετωπίζουν. Για περισσότερα βλέπε Τσάλτας Γ.Ι., Αναπτυξιακό Φαινόμενο και Τρίτος Κόσμος, Πολιτικές και Διεθνές Δίκαιο της Ανάπτυξης, Εκδόσεις Παπαζήση, 2010, σελ.172-177.

²¹⁶ Τσάλτας Γ.Ι., κ.ά., επιμ., Τσάλτας Γ.Ι., Η Γεωγραφία στις Διεθνείς Σπουδές, Εκδόσεις Ι. Σιδέρης, 2011, σελ.120-122.

²¹⁷ Τσάλτας Γ.Ι., επιμ., Αφρική και Ανάπτυξη, Η Τελευταία Παγκόσμια-Ευκαιρία, Εκδόσεις Ι. Σιδέρης, σελ.34.

διεθνές ενεργειακό ενδιαφέρον για την περιοχή.²¹⁸ Αν συνυπολογίσουμε και τις υπάρχουσες δυνατότητες για ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας διαπιστώνουμε ότι η Υποσαχάρια Αφρική αποτελεί ένα ιδανικό πεδίο ιχνηλάτισης των μορφών ενέργειας σε μεγάλης έκτασης περιοχή. Παράλληλα, στην περιοχή έχουν αναπτυχθεί νομοθεσίες από τα κράτη που ρυθμίζουν τις δραστηριότητες εκμετάλλευσης των ενεργειακών πηγών όπως επίσης και την εμπλοκή του ιδιωτικού τομέα. Αυτό που παρατηρείται στις περισσότερες περιπτώσεις των ορυκτών πόρων είναι μία συνεργασία εθνικών εταιρειών πετρελαίου και φυσικού αερίου οι οποίες είναι κρατικές ή με συμμετοχή του κράτους, με ξένες εταιρείες στην εξερεύνηση και εκμετάλλευση των ορυκτών πόρων.²¹⁹ Ιδίως στην περίπτωση του πετρελαίου αναλαμβάνουν τη προώθησή του στη διεθνή αγορά. Η κατάσταση διαφοροποιείται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπου η αξιοποίηση τους αποσκοπεί πρωτίστως στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κρατών με τα κράτη να αναλαμβάνουν την εκμετάλλευσή τους με ίδια μέσα.

Οι πηγές ενέργειας στην Υποσαχάρια Αφρική παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία τόσο στα ορυκτά καύσιμα όσο και στους ανανεώσιμους πόρους. Αντίθετα από άλλες περιοχές όπως η Ευρώπη στην οποία υπάρχουν κυρίως ανανεώσιμοι πόροι, η Αφρική και ειδικότερα η Υποσαχάρια Αφρική διαθέτει πλούσια αποθέματα ορυκτών καυσίμων ενώ υπάρχει και μεγάλο δυναμικό ανανεώσιμης ενέργειας η οποία μπορεί να εξερευνηθεί και να καταστεί εκμεταλλεύσιμη. Οι ορυκτοί και οι ανανεώσιμοι πόροι της Υποσαχάριας Αφρικής βρίσκονται διάσπαρτοι στην εν λόγω περιοχή και ο προσδιορισμός τους θα αποτελέσει επιδίωξη του παρόντος κεφαλαίου.

1. Οι ορυκτοί πόροι

Η Υποσαχάρια Αφρική διαθέτει μία μεγάλη ποσότητα των παγκόσμιων αποθεμάτων ορυκτών πόρων. Συγκεκριμένα, διαθέτει 30% βωξίτη, 60% μαγγάνιο, 75% φωσφορικό άλας, 85% πλατ, 80% χρώμιο, 60% κωβάλτιο, 30% τιτάνιο, 75%

²¹⁸ Banks J.P., “Key Sub-Saharan Energy Trends and their Importance for the US” στο Top Five Reasons why Africa should be a Priority for the United States, επιμ., Banks J.P., κ.ά., African Growth Initiative at Brookings, 2013, σελ.8-11. Διαθέσιμο στο https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/04_africa_priority_united_states.pdf Ημ. Εισόδου: 29/9/2016.

²¹⁹ Eberhard A., κ.ά., Africa Infrastructure Country Diagnostic Underpowered: The State of the Power Sector in Sub-Saharan Africa, 2008, σελ.15. Διαθέσιμο στο <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/7833/482140ESW0P11110Power0Sector0Review.pdf?sequence=1> Ημ. Εισόδου: 23/9/2016.

διαμάντια και 40% χρυσό. Τα στοιχεία αυτά καταδεικνύουν την περίσσεια ποσότητα ορυκτών πόρων που διαθέτει η συγκεκριμένη περιοχή.²²⁰ Στην περιοχή, υπάρχουν μεγάλες ποσότητες ανεξερεύνητων πόρων οι οποίοι βρίσκονται σε χώρες μακριά από τα κέντρα ενεργειακής ζήτησης με εξαίρεση τη Νιγηρία και τη Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής.²²¹

Στο πεδίο των ορυκτών ενεργειακών πόρων, δεσπόζουσα θέση κατέχει το πετρέλαιο με ποσότητα που φτάνει το 7% της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου ενώ υπάρχουν αποθέματα που δεν έχουν καταστεί ακόμα εκμεταλλεύσιμα σε αντίστοιχη ποσότητα.²²² Η παραγωγή φυσικού αερίου ανέρχεται στο 1% της παγκόσμιας παραγωγής.²²³ Επίσης, λαμβάνει χώρα και παραγωγή άνθρακα κυρίως στην περιοχή της Νότιας Αφρικής. Ενδεικτική εικόνα των ορυκτών ενεργειακών πόρων της Υποσαχάριας Αφρικής είναι το γεγονός ότι ανακαλύφθηκαν 30% ανεξερεύνητων αποθεμάτων σε παγκόσμια κλίμακα την περίοδο 2009-2014 στην Υποσαχάρια Αφρική.²²⁴

Η παραγωγή πετρελαίου στην Υποσαχάρια Αφρική υπολογίζεται σε 6 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα ενώ τα αποδεδειγμένα αποθέματα πετρελαίου ανέρχονται συνολικά σε 62,6 δις βαρέλια. Την περίοδο 2003-2013 η παραγωγή αυξήθηκε κατά 3% λόγω της Αγκόλας αλλά και μικρότερων παραγωγών. Η Νιγηρία και η Αγκόλα είναι οι μεγαλύτερες χώρες παραγωγού πετρελαίου στην Υποσαχάρια Αφρική. Αμφότερες συνεισφέρουν στο 75% της συνολικής παραγωγής στην

²²⁰ Mineral resources and development in Africa, Strategic Guideline Document, 2010, σελ.32 Διαθέσιμο στο http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/IMG/pdf/mineral_resources_DOS_2010.pdf Ημ. Εισόδου: 22/9/2016.

²²¹ Eberhard A., κ.ά., Africa Infrastructure Country Diagnostic Underpowered: The State of the Power Sector in Sub-Saharan Africa, 2008, σελ.vii. Διαθέσιμο στο <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/7833/482140ESW0P11110Power0Sector0Review.pdf?sequence=1> Ημ. Εισόδου: 23/9/2016.

²²² Mineral resources and development in Africa, Strategic Guideline Document, 2010, σελ.32 Διαθέσιμο στο http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/IMG/pdf/mineral_resources_DOS_2010.pdf Ημ. Εισόδου: 22/9/2016.

²²³ Oil and Natural Gas in Sub-Saharan Africa, US Energy Information Administration, Independent Energy Agency, 2013, σελ.14. Διαθέσιμο στο http://www.eia.gov/pressroom/presentations/howard_08012013.pdf Ημ. Εισόδου: 28/5/2016.

²²⁴ Energy in sub-Saharan Africa today, World Energy Outlook Factsheet, International Energy Agency, 2014, σελ.1. Διαθέσιμο στο http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/africa/Fact_sheet_II_Africa_outlook_to_2040.pdf Ημ. Εισόδου: 23/9/2016.

Υποσαχάρια Αφρική.²²⁵ Η εξερεύνηση του πετρελαίου πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο από πετρελαϊκές εταιρείες καθώς το οικονομικό κόστος και η τεχνολογία εμποδίζουν τα κράτη να επωμιστούν το βάρος των δραστηριοτήτων εξερεύνησης. Η ανακάλυψη νέων κοιτασμάτων πετρελαίου έχει αυξήσει το ρυθμό εξόρυξης τα τελευταία χρόνια.²²⁶

Η παραγωγή φυσικού αερίου στην Υποσαχάρια Αφρική αντιστοιχούσε σε 1,69 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα το 2011 με τα αποδεδειγμένα αποθέματα να ανέρχονται σε 221,6 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα. Επίσης, η παραγωγή φυσικού αερίου ανέβηκε κατά 10% την περίοδο 2003-2013 με την άνοδο αυτή να οφείλεται στη Νιγηρία η οποία ευθύνεται για τα 2/3 της παραγωγής φυσικού αερίου στην περιοχή. Στον τομέα των εξαγωγών, η Υποσαχάρια Αφρική εξήγαγε το 2011 1,22 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα φυσικού αερίου μέσω αγωγών και LNG από τη Νιγηρία, την Ισημερινή Γουινέα και τη Μοζαμβίκη ενώ από το 2013 στους εξαγωγείς προστέθηκε και η Αγκόλα λόγω της ανέγερσης μονάδας LNG.²²⁷

Αντίθετα με το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο όπου τα περισσότερα αποθέματα βρίσκονται στην Βόρεια Αφρική, τα αποθέματα άνθρακα βρίσκονται εξ ολοκλήρου στην Υποσαχάρια Αφρική. Η Νότια Αφρική είναι η χώρα που κατέχει το μεγαλύτερο μέρος των αποθεμάτων και το υπόλοιπο να βρίσκεται κυρίως στις νότιες χώρες της Υποσαχάριας Αφρικής.²²⁸ Επίσης, στην ίδια περιοχή βρίσκονται και τα σημαντικότερα αποθέματα ουρανίου της ηπείρου κάτι το οποίο εξηγεί και την ύπαρξη πυρηνικού εργοστασίου στη Νότια Αφρική.²²⁹

²²⁵ Oil and Natural Gas in Sub-Saharan Africa, US Energy Information Administration, Independent Energy Agency, 2013, σελ.14. Διαθέσιμο στο http://www.eia.gov/pressroom/presentations/howard_08012013.pdf Ημ. Εισόδου: 28/5/2016.

²²⁶ Oil and Gas in Africa, African Development Bank and the African Union, Oxford University Press, 2009, σελ.47-48. Διαθέσιμο στο <http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Publications/Oil%20and%20Gas%20in%20Africa.pdf> Ημ. Εισόδου: 23/9/2016.

²²⁷ Oil and Natural Gas in Sub-Saharan Africa, US Energy Information Administration, Independent Energy Agency, 2013, σελ.14. Διαθέσιμο στο http://www.eia.gov/pressroom/presentations/howard_08012013.pdf Ημ. Εισόδου: 28/5/2016.

²²⁸ Coal-Energy for Sustainable Development, 2012, σελ.12. Διαθέσιμο στο <https://sustainabledevelopment.un.org/getWSDoc.php?id=996> Ημ. Εισόδου: 24/9/2016.

²²⁹ Karekesi S., "Poverty and Energy in Africa-A brief Review", Energy Policy, 30, 2002, σελ.915-919. Διαθέσιμο στο [http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4215\(02\)00047-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00047-2) Ημ. Εισόδου: 23/9/2016.

I. Ανατολική Αφρική

Στην Ανατολική Αφρική υπάρχουν αποθέματα πετρελαίου, φυσικού αερίου και άνθρακα μέρος των οποίων έχει ήδη εξερευνηθεί και λαμβάνει χώρα η εκμετάλλευσή τους. Επίσης υπάρχει παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας χάρη στην παρουσία υδάτινων όγκων.

Το πετρέλαιο στην Ανατολική Αφρική αξιοποιήθηκε πρώτα από την Ουγκάντα με αποδεδειγμένα αποθέματα 6,5 δις βαρελιών ενώ στη συνέχεια ανακαλύφθηκαν κοιτάσματα και στην Κένυα που συνεχίζει την εξερεύνηση του πετρελαίου. Δραστηριότητες εξερεύνησης πετρελαίου έχουν και άλλες χώρες της Ανατολικής Αφρικής όπως η Μοζαμβίκη, η Αιθιοπία και η Σομαλία. Η βρετανική εταιρεία Tullow Oil PLC²³⁰ έχει αναπτύξει δραστηριότητες εξερεύνησης στις περισσότερες χώρες της Ανατολικής Αφρικής. Παράλληλα, οι εταιρείες αυτές αναπτύσσουν συνεργασίες με κρατικές εταιρείες διαχείρισης πετρελαίου όπως η Tanzania Petroleum Development Corporation (TPDC)²³¹ που είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο όλων των δραστηριοτήτων, από την εξερεύνηση και επεξεργασία του πετρελαίου μέχρι τη διανομή του. Η διανομή είναι αρμοδιότητα ξένων πολυεθνικών εταιρειών οι οποίες αποκομίζουν και το μεγαλύτερο μέρος των εσόδων από την εκμετάλλευση του πετρελαίου. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η Mobil, η BP, η Shell και η Total. Η εκμετάλλευση του πετρελαίου δεν έχει πάντα θετικά αποτελέσματα σε μία χώρα. Στο Σουδάν, το πετρέλαιο ήταν ένας από τους παράγοντες που συνέβαλαν σε έναν μακρόχρονο εμφύλιο πόλεμο λόγω των οικονομικών κερδών που καρπωνόταν το Βόρειο Σουδάν με τελικό αποτέλεσμα την διχοτόμηση της χώρας στο ισλαμικό Σουδάν και στο χριστιανικό Νότιο Σουδάν το 2011.²³² Τα αποθέματα σε πετρέλαιο και φυσικό αέριο της Αιθιοπίας δεν έχουν πλήρως εξερευνηθεί με τα ήδη γνωστά να θεωρούνται ελάχιστα ενώ για την Ερυθραία υπάρχει η εκτίμηση ότι η έρευνα για υδρογονάνθρακες θα αποκαλύψει αξιοποιήσιμα κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου.

²³⁰ Πολυεθνική εταιρεία εξερεύνησης και εκμετάλλευσης του πετρελαίου στην Αφρική και στον Ατλαντικό Ωκεανό. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.tullowoil.com/about-us>.

²³¹ Η εθνική εταιρεία της Τανζανίας για την εξερεύνηση και διαχείριση του πετρελαίου. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.tpdz-tz.com/aboutus.php>.

²³² Patey L.A., "State rules Oil Companies and armed conflict in Sudan", Third World Quarterly, Routledge Taylor & Francis Group, 28:5, σελ.997-1006. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1080/01436590701371728> Ημ. Εισόδου: 29/9/2016.

Η Τανζανία είναι η μοναδική χώρα στη Ανατολική Αφρική με σημαντικά αποθέματα φυσικού αερίου. Η εκμετάλλευσή του γίνεται με στόχο την κάλυψη των εγχώριων ενεργειακών αναγκών. Η λειτουργία των μονάδων εκμετάλλευσης του φυσικού αερίου θεωρείται αρκετά κοστοβόρα μολονότι η ανάπτυξή του έχει μεγάλες δυνατότητες. Η ανακάλυψη πετρελαίου στην Κένυα και την Ουγκάντα έδωσε ώθηση στις χώρες αυτές και στον τομέα του φυσικού αερίου, με την Ουγκάντα να έχει ξεκινήσει την εξερεύνηση φυσικού αερίου. Αξιόλογα αποθέματα υπάρχουν και στην Κένυα. Η Τανζανία έχει συμφωνήσει με ξένες εταιρείες να αναλάβουν τη παραγωγή πετρελαίου με τη χορήγηση αδειών εξερεύνησης και εκμετάλλευσης. Παρόλα αυτά το φυσικό αέριο δεν αξιοποιείται στο βαθμό που υπαγορεύουν τα αποθέματα της Τανζανίας.²³³ Ο κυριότερος λόγος, όπως και στην Μοζαμβίκη, είναι το υψηλό κόστος κατασκευής των μονάδων καθώς επίσης και η δυσκολία μεταφοράς λόγω της χαμηλής ενεργειακής πυκνότητας. Η δυσκολία στην περίπτωση της Μοζαμβίκης είναι μεγαλύτερη λόγω της απόστασης των τοποθεσιών των κοιτασμάτων από την πρωτεύουσα στις οποίες υπάρχουν υποδομές για την εκμετάλλευση του φυσικού αερίου. Αμφότερες οι χώρες αναμένεται να εκπονήσουν μεγάλα σχέδια εκμετάλλευσης των αποθεμάτων τους σε φυσικό αέριο. Επίσης, οι ανακαλύψεις τους σε υπεράκτια κοιτάσματα φυσικού αερίου αποτελούν πρόσφορο έδαφος για την αξιοποίησή τους η οποία θα τους αποφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη.²³⁴

Οι δραστηριότητες εξερεύνησης άνθρακα στην Ανατολική Αφρική έχουν επικεντρωθεί στην Κένυα και στην Τανζανία. Σημαντικά αποθέματα έχει όμως και η Μοζαμβίκη, η οποία το 2012 βρέθηκε στην κορυφή της παραγωγής φυσικού αερίου στην περιοχή με 110 δις κυβικά μέτρα. Η χαμηλή ποιότητα του άνθρακα στην Τανζανία και το κόστος μεταφοράς είναι η αιτία που δεν έχει καταστεί η κύρια πηγή παραγωγής ενέργειας στην περιοχή, με τις προβλέψεις όμως να δείχνουν ότι το σκηνικό δύναται να ανατραπεί εφόσον αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό καλύπτοντας επίσης τις ανάγκες της Κένυας και της Ουγκάντα.²³⁵

²³³ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.64, 81-83 και σελ.151.

²³⁴ Biorl F., Africa Energy Outlook A Focus on Energy Prospects in Sub Saharan Africa, World Energy Outlook Special Report, International Energy Agency, 2014, σελ.154-160. Διαθέσιμο στο https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2014_AfricaEnergyOutlook.pdf Ημ. Εισόδου: 22/9/2016.

²³⁵ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.64, 81-83 και σελ.151.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η κυριότερη μορφή ενέργειας στην περιοχή. Η Κένυα βασίζει την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας στον ποταμό Tana²³⁶ με αποτέλεσμα τα επίπεδα παραγωγής να εξαρτώνται από τον όγκο των υδάτων του συγκεκριμένου ποταμού με μέγιστη παραγωγή τα 563 MW. Στον ποταμό λειτουργούν οι Seven Forks, όπως ονομάζονται οι σταθμοί παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας για τον Tana. Επίσης, λειτουργούν και μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί, κληρονομιά της αποικιοκρατίας, που εκμεταλλεύονται μικρότερους υδάτινους όγκους. Οι σταθμοί αυτοί είναι παλιοί και έχουν σημαντικό κόστος συντήρησης καθώς η κυβέρνηση επιστά την προσοχή της στα μεγάλα υδροηλεκτρικά λόγω της μεγαλύτερης παραγωγής και οικονομικού κέρδους.²³⁷ Επίσης, είναι μικροί, mini και micro παράγουν 3000 MW σε όλη τη χώρα και η λειτουργία τους αποφέρει την ηλεκτροδότηση αγροτικών περιοχών. Τελούν όπως και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά υπό τη διοίκηση της KenGen.²³⁸ Στην Τανζανία, η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι αρμοδιότητα της κρατικής εταιρείας Tanzanian Electric Supply Company Limited (TANESCO)²³⁹ η οποία έχει το μονοπώλιο στη χώρα και φτάνει τα 561 MW. Η παραγωγή αυτή δεν επαρκεί λόγω της μεγάλης έκτασης που πρέπει να καλύψει με αποτέλεσμα την εισαγωγή ενέργεια από τη Ζάμπια και την Ουγκάντα, 3 MW και 10 MW αντιστοίχως. Το γεγονός ότι ο ποταμός Νείλος διέρχεται από την Ουγκάντα αποτέλεσε παράγοντα δημιουργίας μικροϋδροηλεκτρικών μονάδων, με την Uganda Electricity Board²⁴⁰ να είναι η αρμόδια κρατική εταιρεία για τη λειτουργία τους. Η ύπαρξη ενός εθνικού δικτύου ηλεκτροδότησης στην Ουγκάντα είναι αποδοτική λόγω της μικρής έκτασης της χώρας ενώ τα πολλά υδροηλεκτρικά ευνοούν ανεξάρτητες εταιρείες ηλεκτρισμού να παρέχουν ηλεκτρισμό στους αγροτικούς πληθυσμούς. Η μεγάλη δυσκολία για το σύνολο των χωρών της Ανατολικής Αφρικής είναι το υψηλό κόστος εκμετάλλευσης της υδροηλεκτρικής ενέργειας μέσα από το εθνικό σύστημα ηλεκτροδότησης και ο

²³⁶ Ο μεγαλύτερος ποταμός της Κένυας. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <https://www.britannica.com/place/Tana-River-Kenya>.

²³⁷ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.70-79.

²³⁸ Kiplagat J.K., Wang R.Z., Li T.X., Renewable energy in Kenya: Resource potential and status of exploitation, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 15, Issue 6, 2011, σελ.2960-2973. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2011.03.023> Ημ. Εισόδου:10/10/2016, Ωρα: 1:03μ.μ.

²³⁹ Πρόκειται για την κρατική εταιρεία ηλεκτρισμού της Τανζανίας. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε http://www.tanESCO.co.tz/index.php?option=com_content&view=article&id=38&Itemid=126.

²⁴⁰ Η κρατική αυτή εταιρεία ηλεκτροδότησης έχει διασπαστεί σε επιμέρους εταιρείες από το 2001, λόγω μεταρρύθμισης στον ενεργειακό τομέα, με ουσιαστικό διάδοχο την Uganda Electricity Distribution Company (UEDC). Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.uedcl.co.ug/>.

αντίκτυπος των μεγάλων υδροηλεκτρικών στο περιβάλλον. Επιπροσθέτως, η αύξηση των μικρών υδροηλεκτρικών συμβάλλουν στην αύξηση της ηλεκτροδότησης των αγροτικών περιοχών.²⁴¹

II. Νότια Αφρική

Η Νότια Αφρική είναι ιδιαίτερα πλούσια σε αποθέματα άνθρακα. Είναι χαρακτηριστικό ότι το 90% της παραγωγής άνθρακα γίνεται στη Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής και το 90% των αποθεμάτων εντοπίζεται στη Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής καθώς επίσης και στη Ζιμπάμπουε και τη Ναμίμπια.²⁴² Ειδικά η Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής διαθέτει το 97,1% των αποθεμάτων άνθρακα στο σύνολο της περιοχής. Τα είδη του άνθρακα στην περιοχή είναι ανθρακίτης και ασφαλτούχος άνθρακας ενώ η μέθοδος που αξιοποιείται είναι η υπέργεια εξόρυξη. Λόγω των μεγάλων αποθεμάτων η Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής παράγει την περισσότερη ποσότητα άνθρακα στην Υποσαχάρια Αφρική με την παραγωγή όμως να μειώνεται τα τελευταία χρόνια στις υπόλοιπες χώρες παραγωγούς άνθρακα της περιοχής.²⁴³ Με βάση αυτά τα δεδομένα, αντιλαμβανόμαστε το λόγο που η βιομηχανία εξόρυξης άνθρακα είναι η μεγαλύτερη στην συγκεκριμένη χώρα παρέχοντας εργασία σε 200.000 ανθρώπους. Υπάρχουν τρεις μεγάλες εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην εξόρυξη και εκμετάλλευση του άνθρακα. Πρόκειται για την Anglo American Coal (Anglo Coal), την Ingwe και την Xstrata. Ο ηλεκτρισμός στη Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής παρέχεται από την Eskom, μία νοτιοαφρικανική δημόσια εταιρεία ηλεκτρισμού η οποία είναι η μεγαλύτερη στην Αφρική. Επίσης, διαθέτει την Kendall Power Station, τη μεγαλύτερη μονάδα καύσης άνθρακα κόσμο. Η Eskom έχει αναπτύξει μια κορυφαία τεχνολογία για την εμπορική παραγωγή συνθετικών καυσίμων και χημικών από άνθρακα χαμηλής ποιότητας καθώς και την μετατροπή του φυσικού αερίου σε φιλικά προς το περιβάλλον καύσιμα. Η κυβέρνηση της Δημοκρατίας της Νότιας Αφρικής επεξεργάζεται νέα νομοθεσία που θα επιφέρει στον κράτος τον έλεγχο της εξόρυξης άνθρακα και την πρόσβαση των πολιτών στους

²⁴¹ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.70-79.

²⁴² Karekesi S., Poverty and Energy in Africa-A brief Review Energy Policy, 30, 2002, σελ.915-919. Διαθέσιμο στο [http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4215\(02\)00047-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00047-2) Ημ. Εισόδου: 23/9/2016.

²⁴³ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.149.

ορυκτούς πόρους μέσα από την επανάκτηση των δικαιωμάτων εξόρυξης από τις ιδιωτικές εταιρείες στο κράτος.²⁴⁴

Στον τομέα της πυρηνικής ενέργειας, η Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής είναι η μοναδική χώρα στην Αφρική η οποία δραστηροποιείται στο συγκεκριμένο πεδίο. Μέχρι σήμερα διαθέτει δύο πυρηνικές μονάδες, ενώ η κυβέρνηση της χώρας έχει προγραμματίσει την αύξηση κατά 4 GW της παραγωγής πυρηνικής ενέργειας μέχρι τα μέσα του 2018. Συνολικά, προβλέπεται η δημιουργία δύο επιπλέον πυρηνικών μονάδων με ορίζοντα το 2035 η οποία και θα αυξήσει την παραγωγή ενέργειας κατά 3%.²⁴⁵ Τα αποθέματα ουρανίου σε όλη την Αφρική εντοπίζονται στην Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής και τη Ναμίμπια με 279.100 και 261.000 τόνους αντίστοιχα. Ο πυρηνικός αντιδραστήρας Koeberg είναι ο πρώτος που κατασκευάστηκε στην Νότια Αφρική και τελεί υπό την ιδιοκτησία της Escom που ανήκει κατά ένα μέρος στο κράτος και έχει το μονοπώλιο στην ηλεκτροπαραγωγή και τη μετάδοση της ενέργειας.²⁴⁶ Μέχρι σήμερα είναι το μοναδικό πυρηνικό εργοστάσιο στην Αφρική. Η τεράστια ποσότητα ουρανίου που διαθέτει η χώρα, η οποία αντιστοιχεί στο 8% των παγκόσμιων αποθεμάτων, την ώθησαν να καταβάλλει πολλές προσπάθειες για να αυξήσει την τεχνογνωσία της στην πυρηνική ενέργεια. Αποτέλεσμα αυτών των προσπαθειών ήταν η ανάπτυξη νέων πυρηνικών τεχνολογιών και συγκεκριμένα της Pebble Bed Modular Reactor (PBMR)²⁴⁷ η οποία βελτιώνει την αποδοτικότητα της παραγωγής και εξασφαλίζει ενεργειακό εφοδιασμό που είναι απαραίτητος λόγω της μεγάλης ζήτησης σε ηλεκτρισμό. Η National Nuclear Regulator (NNR) είναι η μοναδική επιφορτισμένη εταιρεία με την εποπτεία και ρύθμιση των δικαιωμάτων και υποχρεώσεων που σχετίζονται με την πυρηνική ενέργεια όπως ορίζει το Συμβούλιο για την Πυρηνική Ενέργεια. Το έργο της NNR συνεπικουρείται από ένα δευτερογενές σώμα την South Africa Nuclear Energy Corporation (NECSA)²⁴⁸ που επωμίζεται την προώθηση της έρευνας και της εξέλιξης της πυρηνικής ενέργειας στην περιοχή. Η Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής προσπαθεί να περιορίσει τις αρνητικές επιπτώσεις

²⁴⁴ Schmidt S., Coal deposits of South Africa- the future of coal mining in South Africa, 2008, σελ.1-11. Διαθέσιμο στο http://www.geo.tu-freiberg.de/oberseminar/os07_08/stephan_Schmidt.pdf.

²⁴⁵ Simelane T., Rahman M.A., Energy Transition in Africa, Africa Institute of South Africa, 2012, σελ.17.

²⁴⁶ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.156-157.

²⁴⁷ Τεχνολογία αντιδραστήρων μικρής κλίμακας που προήλθε από τη Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.pbmr.com/index2.asp?Content=167>.

²⁴⁸ Για περισσότερες πληροφορίες για την NNR βλέπε <http://www.nnr.co.za/about-us/introduction-to-the-nnr/> και για την NECSA <http://www.necsa.co.za/>.

της πυρηνικής ενέργειας με την έκδοση πράξεων και τη λήψη μέτρων που θα καταστήσουν φιλοπεριβαλλοντική τη λειτουργία των πυρηνικών μονάδων.²⁴⁹

Το φυσικό αέριο στην περιοχή της Νότιας Αφρικής υπολογίζεται σε 2,201 τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια²⁵⁰ αποδεδειγμένα αποθέματα τα οποία όπως και στην περίπτωση του ουρανίου βρίσκονται κατανεμεμένα στη Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής και τη Ναμίμπια. Η Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής παράγει ελάχιστη ποσότητα φυσικού αερίου λόγω των μεγάλων αποθεμάτων της σε άνθρακα και ουράνιο με αποτέλεσμα η παραγωγή φυσικού αερίου να βρίσκεται σε πτώση και να αφορά κυρίως το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) ενώ η Ναμίμπια δεν έχει προχωρήσει στην εκμετάλλευση των αποθεμάτων της σε φυσικό αέριο.²⁵¹

Στη Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής υπάρχει μικρή παραγωγή πετρελαίου, η ύπαρξη όμως τεσσάρων διυλιστηρίων την έχουν καταστήσει αξιοσημείωτη για ένα μεγάλο μέρος της Υποσαχάριας Αφρικής.²⁵² Αξιοποιήσιμη είναι και η υδροηλεκτρική ενέργεια στις ανατολικές περιοχές της Δημοκρατίας της Νότιας Αφρικής χωρίς όμως να έχει μεγάλη παραγωγή καθώς είναι περιορισμένες οι βροχοπτώσεις και δεν υπάρχουν στην περιοχή μεγάλοι υδάτινοι όγκοι.²⁵³ Στη μικρή χώρα της Σουαζιλάνδης, βρίσκονται εν λειτουργία δύο μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες.²⁵⁴

III. Δυτική Αφρική

Στον ενεργειακό τομέα της Δυτικής Αφρικής, κεντρική θέση κατέχει η Νιγηρία με τα μεγάλα αποθέματα σε πετρέλαιο, φυσικό αέριο και άνθρακα. Γενικά, η συγκεκριμένη περιοχή χαρακτηρίζεται στο πεδίο των ορυκτών ενεργειακών πόρων από την παρουσία του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Οι εν λόγω μορφές ενέργειας βρίσκονται άνισα κατανεμημένες με ελάχιστες χώρες να διαθέτουν μεγάλα

²⁴⁹ Williams O., “Nuclear Energy in South Africa: An Opportunity for Greater Energy Efficiency and Energy Security”, Eras Journal, Volume 16, Number 2, 2015, σελ.79-100. Διαθέσιμο στο <http://artsonline.monash.edu.au/eras/files/2015/01/Eras-162-06-Williams-Nuclear-Energy-in-South-Africa.pdf> Ημ. Εισόδου: 25/9/2016.

²⁵⁰ Όπου 1 κυβικό πόδι είναι περίπου ίσο με 0,028 κυβικά μέτρα.

²⁵¹ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.155.

²⁵² Ibid.

²⁵³ South Africa and Renewable Energy, Country at –a- glance. Διαθέσιμο στο <https://www.laurea.fi/en/document/Documents/South%20Africa%20Fact%20Sheet.pdf> Ημ. Εισόδου: 8/10/2016.

²⁵⁴ Holm D., “Renewable Energy in Southern Africa” στο Encyclopedia of Energy, Cleveland C.J., Volume 5, Elsevier, 2004, σελ.344-346. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00366-1>. Ημ. Εισόδου: 5/8/2016.

αποθέματα και την πλειοψηφία να χαρακτηρίζεται από μέτρια αποθεμάτα που εξυπηρετούν κυρίως τις εγχώριες ενεργειακές ανάγκες. Σε κάποιες χώρες βέβαια, υπάρχει απουσία ορυκτών ενεργειακών πόρων. Η ύπαρξη σημαντικών υδάτινων όγκων με εξέχουσα την παρουσία του Νίγηρα και του ποταμού Σενεγάλη έχει ως συνέπεια την ανάπτυξη υδροηλεκτρικών σταθμών.

Στο πετρέλαιο, η Νιγηρία είναι η σημαντικότερη χώρα της Αφρικής και μία από τις σημαντικότερες στον κόσμο καθώς διαθέτει 37,01 χιλιάδες εκατ. βαρέλια την ημέρα αποδεδειγμένα αποθέματα ενώ η παραγωγή πετρελαίου ανέρχεται σε 2352 χιλιάδες βαρέλια την ημέρα.²⁵⁵ Η Nigerian National Petroleum Corporation (NNPC) είναι η αρμόδια εθνική εταιρεία της Νιγηρίας για τις δραστηριότητες που σχετίζονται με το πετρέλαιο και τη συγκεκριμένα την εξερεύνηση και παραγωγή, τη διύλιση του πετρελαίου και την προώθησή του στις εταιρείες διανομής. Τα έσοδα που αποφέρει στο κράτος αγγίζουν το 65% του προϋπολογισμού, στοιχείο που αποδεικνύει τη σημασία του πετρελαίου για τη χώρα.²⁵⁶ Η αβεβαιότητα του κανονιστικού πλαισίου λειτουργεί ανασταλτικά στην εκμετάλλευση του πετρελαίου, μολονότι το Petroleum Industry Bill επιδιώκει να δημιουργήσει έναν νομοθετικό πλαίσιο που θα θέτει τις κατευθυντήριες γραμμές για τις δραστηριότητες εκμετάλλευσης του πετρελαίου.²⁵⁷ Οι πολεμικές συγκρούσεις στο Δέλτα του Νίγηρα έχουν επιπτώσεις και στο πετρέλαιο της Νιγηρίας με φαινόμενα κλοπής του πετρελαίου και φθοράς των υποδομών να θέτουν έναν επιπρόσθετο πρόβλημα στην ανάπτυξη της πετρελαϊκής βιομηχανίας στην περιοχή. Παρά τις δυσκολίες η Νιγηρία παραμένει η μεγαλύτερη παραγωγός χώρα πετρελαίου σε όλη την Υποσαχάρια Αφρική. Το πετρέλαιο είναι καθοριστικό για την ευημερία της Νιγηρίας στοιχείο που αναδεικνύει την αναγκαιότητα ανάπτυξης και άλλων μορφών ενέργειας που θα περιορίσει την εξάρτηση της οικονομικής προόδου της χώρας από το πετρέλαιο.²⁵⁸

²⁵⁵ BP statistical Review of World Energy, full report, 2016, σελ.6-10. Διαθέσιμο στο <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf> Ημ. Εισόδου: 9/8/2016.

²⁵⁶ Nigerian National Petroleum Corporation. Διαθέσιμο στο <http://www.referenceforbusiness.com/history/Mi-Nu/Nigerian-National-Petroleum-Corporation.html>.

²⁵⁷ The Petroleum Industry Bill, Nigerian National Petroleum Corporation, 2008. Διαθέσιμο στο <http://www.nnpcgroup.com/PetroleumIndustryBill.aspx>.

²⁵⁸ Birol F., Africa Energy Outlook A Focus on Energy Prospects in Sub Saharan Africa, World Energy Outlook Special Report, International Energy Agency, 2014, σελ.138-146 Διαθέσιμο στο https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2014_AfricaEnergyOutlook.pdf Ημ. Εισόδου: 22/9/2016.

Στη Γκάνα, η ανακάλυψη πετρελαίου το 2007 ήταν η απαρχή των πετρελαϊκών εξερευνησών στη χώρα, οι οποίες αναμένεται να εντοπίσουν νέα κοιτάσματα το προσεχές διάστημα. Η εξερεύνηση και η εκμετάλλευση των κοιτασμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου στην Ακτή του Ελεφαντοστού αποτελούν αρμοδιότητα της Societe Nationale d' Operations Petrolieres de la Cote d' Ivoire (Petroci).²⁵⁹ Η εταιρεία αυτή αναλαμβάνει την εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού στη χώρα, ενώ η εξόρυξη και η εκμετάλλευση των υδρογονανθράκων γίνεται είτε κατά μόνας είτε με σε συνεργασία με άλλες εταιρείες.²⁶⁰ Το Μπενίν διαθέτει μια υπεράκτια μονάδα πετρελαίου, η έλλειψη όμως διυλιστηρίου το υποχρεώνει να το εξάγει για να καταστεί αξιοποιήσιμο. Τα κοιτάσματα πετρελαίου στη Σενεγάλη αξιοποιούνται για τις κρατικές και ιδιωτικές ανάγκες των πολιτών της χώρας. Τα αποθέματα πετρελαίου αλλά και φυσικού αερίου στη Μαυριτανία θα αξιοποιηθούν στο μέλλον σύμφωνα με τον κυβερνητικό σχεδιασμό.

Στο φυσικό αέριο, η Νιγηρία διαθέτει 5,1 τρις κυβικά μέτρα αποδειγμένα αποθέματα, ενώ η παραγωγή φυσικού αερίου βρίσκεται στα 50,1 δις κυβικά μέτρα, στοιχεία που την καθιστούν πρώτη σε αποθέματα και παραγωγή φυσικού αερίου στην Υποσαχάρια Αφρική.²⁶¹ Στη Γκάνα, η κυβέρνηση δεν έχει εγκαθιδρύσει έναν μηχανισμό που θα αναλάβει την εκμετάλλευση των σημαντικών αποθεμάτων φυσικού αερίου με αποτέλεσμα να περιορίζεται στις εισαγωγές από το εξωτερικό. Τα ελάχιστα αποθέματα φυσικού αερίου στο Μπενίν οδήγησαν τους κυβερνώντες στην απόφαση να μην ασχοληθούν με την αξιοποίησή τους. Στη Σενεγάλη η αξιοποίηση των αποθεμάτων αποσκοπεί στην κάλυψη των εγχώριων αναγκών.²⁶²

Η παρουσία πολλών ποταμών στη Δυτική Αφρική με τους Νίγηρα και Σενεγάλη να ξεχωρίζουν και να αναδεικνύουν τον ρόλο της υδροηλεκτρικής ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή. Τα μικρά υδροηλεκτρικά αναπτύσσονται με αργό ρυθμό σε συνεργασία των κρατών με διεθνή χρηματοδοτικά ταμεία όπως η Παγκόσμια Τράπεζα και η Αφρικανική Τράπεζα Ανάπτυξης (AfDB). Συνεργασίες

²⁵⁹ Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.petroci.ci/>.

²⁶⁰ Mission, Petroci-Holding Societe Nationale d' Operations Petrolieres de la Cote d'Ivoire. Διαθέσιμο στο <http://www.petroci.ci/index.php?numlien=12>.

²⁶¹ BP statistical Review of World Energy, full report, 2016, σελ.20-22. Διαθέσιμο στο <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf> Ημ. Εισόδου: 9/8/2016.

²⁶² Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.175-189.

αναπτύσσονται από τις κυβερνήσεις και με ιδιώτες επενδυτές για την δημιουργία των μονάδων παραγωγής της υδροηλεκτρικής ενέργειας. Η έλλειψη υδρολογικών στοιχείων θέτει εμπόδια καθώς υπάρχει άγνοια για την απόδοση των μονάδων. Η συλλογή τους είναι αναγκαία προϋπόθεση για τη ορθή επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης των μονάδων υδροηλεκτρικής παραγωγής.²⁶³ Η εγκατάσταση υδροηλεκτρικών σταθμών στους ποταμούς Νίγηρα και Σενεγάλη παρέχει σημαντική ποσότητα υδροηλεκτρικής ενέργειας στη Νιγηρία, το Νίγηρα και τη Σενεγάλη. Παρόλα αυτά, τα μεγάλα αποθέματα σε ορυκτούς πόρους και ιδιαίτερα στη Νιγηρία λειτουργούν ανασταλτικά στην μέγιστη δυνατή αξιοποίηση της συγκεκριμένης μορφής ενέργειας.

Ξεχωριστή περίπτωση αποτελεί ο κοινός υδροηλεκτρικός σταθμός Nangbeto για το Μπενίν και το Τόγκο που είναι εγκαταστημένος στα σύνορα των χωρών στον ποταμό Μονο και αποβλέπει στην κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών των δύο χωρών αλλά και στην αύξηση της παραγωγής των ιχθυαποθεμάτων του ποταμού και κατεπέκτασιν της αλιείας. Ο σταθμός έχει βοηθήσει σημαντικά στην αύξηση της ηλεκτροπαραγωγής στις δύο χώρες και αποτελεί παράδειγμα διεθνούς συνεργασίας για την περιοχή με στόχο την κάλυψη κοινών μακροπρόθεσμων αναγκών.²⁶⁴ Στη Γκάνα και στη Μπουρκίνα Φάσο, η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μέρος του ενεργειακού μείγματος των χωρών με μεγαλύτερη σημασία στην Γκάνα όπου η παραγωγή μπορεί να φτάσει τα 1180 MW από ότι στη Μπουρκίνα Φάσο με συμμετοχή 16%, ενώ στη Γουινέα η μονάδα στο φράγμα Garafiri²⁶⁵ είναι η κυριότερη παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Παρόμοια κατάσταση εντοπίζεται και στο Μάλι που αξιοποιεί τον ποταμό Νίγηρα, ενώ στην Ακτή του Ελεφαντοστού υπάρχουν έξι υδροηλεκτρικοί σταθμοί με πολύ μεγάλη παραγωγή αλλά έχει περιοριστεί τα

²⁶³ Liu H., Masera D., Esser L., World Small Hydropower Development Report Western Africa, UNIDO and ICSHP, 2013, σελ.112. Διαθέσιμο στο http://www.smallhydropower.org/fileadmin/user_upload/pdf/Regional_Reports/WSHPDR_2013_Western_Africa.pdf Ημ.Εισόδου:11/10/2016.

²⁶⁴ Benin/Togo Nagbeto Hydroelectric Dam Project Performance Evaluation Report (PPER), African Development Bank Operation Evaluation Department (OPEV), 1995, σελ.1-4. Διαθέσιμο στο <https://www.climate-eval.org/sites/default/files/evaluations/213%20Benin%20Togo%20Nangbeto%20Hydroelectric%20Dam.pdf> Ημ. Εισόδου: 12/10/2016.

²⁶⁵ Χτίστηκε από την ιταλική εταιρεία Salini Impregilo και αξιοποιεί τον ποταμό Konkouré στη Γουινέα για την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε στο <http://www.salini-impregilo.com/en/projects/completed/dams-hydroelectric-plants/garafiri-dam.html>.

τελευταία χρόνια λόγω της ανακάλυψης κοιτασμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου.²⁶⁶

IV. Κεντρική Αφρική

Μετά τη Νιγηρία, η Αγκόλα είναι η χώρα με τα πιο αξιόλογα αποθέματα πετρελαίου στο σύνολο της Υποσαχάριας Αφρικής. Η σημασία τους αναδεικνύεται από το γεγονός ότι η Αγκόλα είναι η 3^η μεγαλύτερη χώρα σε αποθέματα πετρελαίου στην αφρικανική ήπειρο μετά την Λιβύη και την Νιγηρία. Η ασταθής πολιτική, οικονομική και κοινωνική κατάσταση στη Λιβύη ανέδειξαν την Αγκόλα ως τη 2^η μεγαλύτερη πετρελαιοπαραγωγό χώρα στην Αφρική. Επίσης, η άνοδος στην παραγωγή κατά τη δεκαετία του 2000 της επέτρεψε να γίνει δεκτή ως μέλος στον OPEC. Άξια αναφοράς είναι η ύπαρξη δύο διυλιστηρίων στη χώρα τα οποία όμως καλύπτουν αποκλειστικά τις εγχώριες ανάγκες σε πετρέλαιο ένεκα του μικρού τους μεγέθους. Το Καμερούν έχει σημαντικά αποθέματα LPG τα οποία σχεδιάζει να εκμεταλλευτεί.²⁶⁷ Η εξερεύνηση και η εν γένει διαχείριση του πετρελαίου στο Καμερούν έχει γνωρίσει άνθηση τα τελευταία χρόνια με την συμμετοχή ξένων εταιρειών όπως η Perenco και η Kosmos Energy. Η ξένη ανάμειξη επιχειρήθηκε να περιοριστεί το 1999, χρονιά όπου ψηφίστηκε ο Κώδικας Πετρελαίου, μία νομοθεσία για το καμερουνέζικο πετρέλαιο, που ορίζει στο άρθρο 3 ότι οι υδρογονάνθρακες αποτελούν ιδιοκτησία του κράτους. Επίσης, ως αρμοδιότητες του υπουργού των ορυχείων ορίστηκαν η χορήγηση αδειών και εγκρίσεων και η έκδοση αδειών μεταβίβασής τους και η ρύθμιση των πετρελαϊκών δραστηριοτήτων. Οι δραστηριότητες εξερεύνησης και παραγωγής καθορίζονται από συμφωνία κατανομής της παραγωγής (PSA) ανάμεσα στις εταιρείες και το κράτος.²⁶⁸ Στις υπόλοιπες χώρες, η Λαϊκή Δημοκρατία του Κογκό έχει σημαντικά αποθέματα πετρελαίου ενώ η Γκαμπόν συγκαταλέγεται στις χώρες της Αφρικής με την μεγαλύτερη παραγωγή πετρελαίου.

Στο φυσικό αέριο, η γέτιδα δύναμη από την πλευρά των αποθεμάτων για την Αφρική συλλήβδην αναδεινύεται η Αγκόλα. Η κυβέρνηση της χώρας έχει

²⁶⁶ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.175-185.

²⁶⁷ Ibid., σελ.154-155.

²⁶⁸ Cameroon Oil and Gas, Freshfields Bruckhaus Deringer, 2013, σελ.1-5. Διαθέσιμο στο http://www.freshfields.com/uploadedFiles/SiteWide/News_Room/Insight/Africa_ENR/Cameroon/Cameroon%20oil%20and%20gas.pdf. Ημ. Εισόδου: 28/9/2016.

προγραμματίσει την εμπορική αξιοποίησή τους με τη μορφή του LNG.²⁶⁹ Η δημιουργία μονάδας LNG στο Καμερούν σε κοινοπραξία με ξένους επενδυτές εντάσσεται στο σχεδιασμό της κυβέρνησης για την εκμετάλλευση των αποθεμάτων φυσικού αερίου.²⁷⁰ Όπως και στο πετρέλαιο, ο καθορισμός των δραστηριοτήτων εκμετάλλευσης του φυσικού αερίου είναι αρμοδιότητα του υπουργείου των ορυχείων και της SNH.²⁷¹ Αποθέματα φυσικού αερίου διαθέτει και η Γκαμπόν.

Στην παραγωγή άνθρακα στην Κεντρική Αφρική εντοπίζουμε την παρουσία της Κεντροαφρικανικής Δημοκρατίας με αποδειγμένα αποθέματα και παραγωγή. Είναι η μόνη χώρα στην περιοχή που αξιοποιεί τον άνθρακα χωρίς όμως να έχει τη σημασία που παρατηρούμε στη Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής λόγω αξιοποίησης διαφορετικών ενεργειακών πηγών.

Η παρουσία του ποταμού Κονγκό, δίνει στη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό το προνόμιο να είναι η χώρα με την μεγαλύτερη δυνατότητα παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Αφρική με μόλις το 3% να αξιοποιείται σήμερα. Έχει διατυπωθεί μάλιστα η εκτίμηση ότι η πλήρης αξιοποίηση του ποταμού Κονγκό θα μπορούσε να παράγει ενέργεια αξιοποιήσιμη από όλες της χώρες της Αφρικής. Το φράγμα Inga είναι το σημαντικότερο στην περιοχή.²⁷² Η δημιουργία ενός μεγάλου φράγματος του Grand Inga, που θα μπορούσε να συνεισφέρει στο μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας της Αφρικής συνολικά, είναι ένα σχέδιο που βρίσκεται σε εξέλιξη με την υλοποίησή του να θεωρείται ότι θα φέρει θεμελιώδεις αλλαγές στον ενεργειακό τομέα της περιοχής.²⁷³ Το Καμερούν είναι η 2^η μεγαλύτερη χώρα στην παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Υποσαχάρια Αφρική.²⁷⁴ Η λειτουργία τριών υδροηλεκτρικών σταθμών παρέχει στη χώρα τη δυνατότητα αξιοποίησης του

²⁶⁹ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.155.

²⁷⁰ Ibid. σελ.175-189.

²⁷¹ Cameroon Oil and Gas, Freshfields Bruckhaus Deringer, 2013, σελ.1-5. Διαθέσιμο στο http://www.freshfields.com/uploadedFiles/SiteWide/News_Room/Insight/Africa_ENR/Cameroon%20oil%20and%20gas.pdf Ημ.Εισόδου: 28/9/2016.

²⁷² Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.186.

²⁷³ Taliotis C., κ.ά, "Grand Inga to power Africa: Hydropower Development scenarios to 2035", Energy Strategy Reviews, Volume 4, 2014, σελ.1-10. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.esr.2014.01.001> Ημ. Εισόδου: 13/10/2016.

²⁷⁴ Cameroon and Renewable Energy, Country at a glance. Διαθέσιμο στο <https://www.laurea.fi/en/document/Documents/Cameroon%20Fact%20Sheet.pdf>. Ημ. Εισόδου: 13/10/2016.

σημαντικού δυναμικού των υδάτινων όγκων που διαθέτει.²⁷⁵ Η Γκαμπόν δύναται να αξιοποιήσει την υδροηλεκτρική ενέργεια, όμως η εξάρτησή της από τους ορυκτούς πόρους την έχει αποτρέψει από την εκμετάλλευσή της εν λόγω ενεργειακής πηγής.²⁷⁶ Οι ποταμοί Ubangi, παραπόταμος του Κονγκό, και Chari δίνουν στην Κεντροαφρικανική Δημοκρατία τη δυνατότητα παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας με την πολιτική αστάθεια στη χώρα να έχει εμποδίσει την επιπρόσθετη αξιοποίησή της. Η περικλειστή χώρα της Ισημερινής Γουινέας βασίζεται στα ορυκτά καύσιμα με ένα 20% του ενεργειακού μείγματος να προέρχεται από την εγχώρια υδροηλεκτρική ενέργεια.²⁷⁷ Ουσιαστικά, η υδροηλεκτρική ενέργεια στην Κεντρική Αφρική αξιοποιείται κυρίως από τη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό, ενώ οι υπόλοιπες χώρες στην περιοχή εκτός από το Καμερούν δεν έχουν μεγάλη παραγωγή καθώς δεν διαθέτουν υδάτινους όγκους του μεγέθους του Κονγκό και αρκούνται σε περιορισμένη παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας.

2. Οι ανανεώσιμοι πόροι

Η ανάπτυξη των συμβατικών μορφών ενέργειας αποτέλεσε προτεραιότητα για την οικονομική ανάπτυξη όλων των κρατών ανά την υφήλιο. Η μη ύπαρξη της δυνατότητας αναπλήρωσής τους και η ύπαρξη κοιτασμάτων σε συγκεκριμένες περιοχές κατέστησε την αναζήτησή τους ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη στον 20^ο αιώνα, ενώ οι περιοχές που τις κατείχαν μπόρεσαν να αποκτήσουν σημαντικά οικονομικά οφέλη τα οποία ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι η μοναδική διέξοδος από τη φτώχεια και τη χρόνια υπανάπτυξη.

Εξαίρεση στον συγκεκριμένο κανόνα δεν θα μπορούσε ασφαλώς να αποτελέσει η Αφρική. Η συγκεκριμένη ήπειρος όμως αποτελεί έναν μοναδικά πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη ανανεώσιμων μορφών ενέργειας. Η περιοχή της Υποσαχάριας Αφρικής χαρακτηρίζεται από την παρουσία σημαντικών υδάτινων όγκων όπως οι ποταμοί Κονγκό και Ζαμβέζης. Επίσης, η ηλιοφάνεια σε πολλές περιοχές ευνοεί την ανάπτυξη της ηλιακής ενέργειας, ενώ οι δυνατοί άνεμοι σε συγκεκριμένες περιοχές δύνανται να αξιοποιηθούν μέσω της αιολικής ενέργειας.

²⁷⁵ Abanda F.H., "Renewable Energy Sources in Cameroon: Potential, Benefits and enabling environment", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 16, Issue 7, 2012, σελ.4559-4560. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.04.011> Ημ. Εισόδου:13/10/2016.

²⁷⁶ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.188-189.

²⁷⁷ Ibid.

Επιπλέον, η παρουσία γεωθερμικών πηγών μπορεί να αποτελέσει μία ακόμη δυνατότητα βιώσιμης ανάπτυξης στην πιο φτωχή ήπειρο του πλανήτη. Τέλος, η παραδοσιακή βιομάζα, εξακολουθεί να κυριαρχεί στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μεγάλων πληθυσμών και μεγάλης έκτασης περιοχών στην Υποσαχάρια Αφρική.

Η στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορεί να προσδώσει στην Υποσαχάρια Αφρική μια δυνατότητα για αυτοδύναμη ανάπτυξη και απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα. Παράλληλα, μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες μεγάλων τμημάτων του πληθυσμού και να δώσει μία πραγματική ευκαιρία στην Υποσαχάρια Αφρική για ευημερία. Οι ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι ένας επιπρόσθετος παράγοντας που αναδεικνύει τη σημασία της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην πιο φτωχή γωνιά του πλανήτη.

I. Ανατολική Αφρική

Η περιοχή της Ανατολικής Αφρικής διακρίνεται κατά κύριο λόγο για την παρουσία σημαντικών αποθεμάτων γεωθερμίας. Παράλληλα, η παρουσία της αιολικής και της ηλιακής ενέργειας είναι περιορισμένη σε σχέση με τις δυνατότητες που υπάρχουν για την αξιοποίησή τους ενώ η βιομάζα αποτελεί βασική πηγή ενέργειας για όλες τις χώρες της Υποσαχάριας Αφρικής.

Η Ανατολική Αφρική ευνοεί την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας στις παράκτιες και ορεινές περιοχές καθώς επίσης και στη λίμνη Βικτόρια.²⁷⁸ Η Κένυα, η Τανζανία και η Ουγκάντα είναι οι χώρες της περιοχής οι οποίες έχουν προχωρήσει στην εγκατάσταση ανεμογεννητριών. Οι ανεμογεννήτριες είναι λίγες αριθμητικά και είναι προσαρμοσμένες στις συνθήκες των περιοχών με τη ταχύτητα του ανέμου να διαφοροποιείται ανάλογα. Η ανάπτυξή της αιολικής ενέργειας απαιτεί κεφάλαια τα οποία προέρχονται από το κράτος και τη συνεργασία του με ΜΚΟ και ιδιώτες επενδυτές.²⁷⁹

Στην περίπτωση της ηλιακής ενέργειας, οι μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Κένυα, την Τανζανία και την Ουγκάντα έχουν αξιοποιηθεί μόνο από τις ανώτερες τάξεις λόγω κακής πληροφόρησης και έλλειψης

²⁷⁸ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.70-79.

²⁷⁹ Ibid. σελ.65-69.

σημείων διανομής στις τοπικές περιοχές. Η ηλιακή ενέργεια καθίσταται εκμεταλλεύσιμη από ιδιωτικά φωτοβολταϊκά συστήματα και εξυπηρετούν τις οικιακές ανάγκες σε ηλεκτρισμό. Η περαιτέρω αξιοποίηση της απαιτεί την ύπαρξη οικονομικών κινήτρων και δραστηριοτήτων προώθησης της από την κυβέρνηση προκειμένου να πειστούν οι πολίτες των χωρών να επενδύσουν σε τεχνολογίες εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας.²⁸⁰

Η βιομάζα αποτελεί σημαντική ενεργειακή πηγή για όλες τις χώρες της Ανατολικής Αφρικής. Στην Ουγκάντα, την πιο ενδεικτική περίπτωση από τις χώρες αυτές, η ξυλεία είναι η κύρια πηγή προέλευσης της βιομάζας με τις καινούργιες, πιο καθαρές τεχνολογίες να μην έχουν εφαρμοστεί. Η μεγάλη ποσότητα βιομάζας που διαθέτει θα μπορούσε να αξιοποιηθεί σε μεγαλύτερο βαθμό και να μην περιοριστεί η εκμετάλλευση στην ξυλεία αλλά να επεκταθεί και στα οργανικά απόβλητα. Για το λόγο αυτό, η χρήση καινοτόμων τεχνολογιών είναι μονόδρομος για την μέγιστη δυνατή αξιοποίησή της.²⁸¹

Η εκμετάλλευση της γεωθερμίας στην Ανατολική Αφρική είναι πολύ περιορισμένη λόγω της έλλειψης χρηματοδότησης και τεχνικών δυνατοτήτων που θα επιτρέψουν την αξιοποίησή της.²⁸² Η Κένυα είναι η μοναδική χώρα της Αφρικής στην οποία γίνεται εκμετάλλευση των γεωθερμικών πηγών. Διαθέτει επτά μονάδες οι οποίες είναι εγκατεστημένες στην περιοχή Olkaria,²⁸³ αν και υπάρχουν πηγές και σε άλλες περιοχές που όμως δεν είναι εκμεταλλεύσιμες.²⁸⁴ Η εξερεύνηση των πηγών είναι αποτέλεσμα της συνεργασίας της Geothermal Development Limited (GDC)²⁸⁵ και της κυβέρνησης. Η χρηματοδότηση προέρχεται πρωτίστως από την κυβέρνηση

²⁸⁰ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016 σελ.65-69.

²⁸¹ Biomass Technology in Uganda: The Unexploited Energy Potential, Ministry of Finance, Planning and Economic Development, 2015, σελ.1-5. Διαθέσιμο στο <http://www.finance.go.ug/dmdocuments/BMAU%20Briefing%20Paper%205%20-%20Biomass%20Technology%20in%20Uganda%20-%20The%20Unexploited%20Energy%20Potential.pdf> Ημ. Εισόδου 11/10/2016.

²⁸² Teklemariam M., Overview of Geothermal Resource Utilisation and Potential In the East African Rift System, United Nations University Geothermal Training Programme, 2008, σελ.2. Διαθέσιμο στο http://www.os.is/gogn/flytja/JHS-Skjol/Kenya%202008/Papers%202008/40_Teklemariam.pdf Ημ. Εισόδου: 9/10/2016.

²⁸³ Περιοχή στη Δυτική Κένυα. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε

<http://www.powermag.com/olkaria-geothermal-expansion-project-rift-valley-province-kenya/>

²⁸⁴ Status of Geothermal Exploration in Kenya and Future Plans for its Development, 2010, σελ.1-11. Διαθέσιμο στο http://www.grmf-eastafrika.org/database/simiya_2010_status_of_geothermal_exploration_in_kenya_and_future_plans_for_its_development.pdf. Ημ. Εισόδου: 9/10/2016.

²⁸⁵ Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.gdc.co.ke/who-we-are.html>.

και δευτερευόντως από διεθνείς αναπτυξιακές τράπεζες όπως η Παγκόσμια Τράπεζα, συνεργασίες με άλλες χώρες και βεβαίως από την ιδιωτική πρωτοβουλία. Η Kenyan Electricity Generating Company Limited (KenGen)²⁸⁶ έχει αναλάβει τη δημιουργία και λειτουργία των μονάδων. Οι μονάδες λειτουργούν ικανοποιητικά στην Κένυα αν και εξαρτώνται από την κρατική χρηματοδότηση, με την κυβέρνηση της χώρας να σχεδιάζει την επίτευξη παραγωγής 5000 MW με τη δημιουργία νέων μονάδων.²⁸⁷ Η Τανζανία και η Ουγκάντα, μολονότι διαθέτουν γεωθερμικές πηγές δεν έχουν προχωρήσει στην εξερεύνηση και εκμετάλλευσή τους. Η Αιθιοπία έχει προχωρήσει ήδη από το 1969 σε εξερεύνηση των γεωθερμικών πηγών η οποία είχε σαν αποτέλεσμα την λειτουργία μίας μονάδας η οποία παράγει 3 MW με δυνατότητα παραγωγής έως και 7,2 MW. Το Τζιμπουτί, η Ερυθραία και η Ζάμπια επιδίωξαν την εξερεύνηση γεωθερμικών πηγών, σε συνεργασία με εταιρείες ή κυβερνήσεις του εξωτερικού όπως επίσης και με τη χρηματοδότηση διεθνών οργανισμών, χωρίς μέχρι σήμερα να διαθέτουν κάποια μονάδα εκμετάλλευσής τους λόγω περιορισμένων αποθεμάτων και τεχνικών προβλημάτων. Η έλλειψη ρυθμιστικού και κανονιστικού πλαισίου για επενδύσεις και κυρίως το οικονομικό ρίσκο λόγω του περιορισμένου κέρδους των επενδύσεων είναι οι παράγοντες που εμποδίζουν την αξιοποίηση των γεωθερμικών πηγών από τις χώρες της Ανατολικής Αφρικής.²⁸⁸

II. Νότια Αφρική

Παρά τη μεγάλη παραγωγή ενέργειας από άνθρακα και από πυρηνικούς αντιδραστήρες, η Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής κάνει κινήσεις για την εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ως η πιο μεγάλη χώρα της περιοχής ξεχωρίζει και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σημαντική είναι η συνεισφορά του Renewable Energy Independent Power Producer Procurement Programme (REIPPPP)²⁸⁹ μέσω του οποίου διευκολύνεται η επένδυση σε ανανεώσιμες τεχνολογίες με τη συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα και εδράζεται στην

²⁸⁶ Κενυάτικη εταιρεία παραγωγής ενέργειας και κυρίως υδροηλεκτρικής ενέργειας και γεωθερμικής.

Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.kengen.co.ke/?q=about-us/who-we-are>.

²⁸⁷ Ngugi N.K., Financing the Kenya Geothermal Vision, σελ.1-11. Διαθέσιμο στο http://www.grmf-eastafrika.org/database/ngugi2012_financing_the_kenya_geothermal_vision.pdf. Ημ. Εισόδου: 9/10/2016.

²⁸⁸ Teklemariam M., Overview of Geothermal Resource Utilisation and Potential In the East African Rift System, United Nations University Geothermal Training Programme, 2008, σελ.3-8. Διαθέσιμο στο http://www.os.is/gogn/flytja/JHS-Skjol/Kenya%202008/Papers%202008/40_Teklemariam.pdf Ημ. Εισόδου: 9/10/2016.

²⁸⁹ Πρόγραμμα για την ενίσχυση της εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη Νότια Αφρική. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://www.ipprenewables.co.za/>.

πεποίθηση των κυβερνώντων ότι οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας θα επιφέρουν την κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη της χώρας.²⁹⁰ Παρότι υπάρχουν δυνατότητες εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας στο δυτικό και νότιο τμήμα της Ναμίμπια, μόλις μία ανεμογεννήτρια 220KW είναι εγκατεστημένη στη χώρα καθώς και μικρότερες ανεμογεννήτριες παραγωγής 1KW, το οποίο δείχνει ότι η αξιοποίησή της δεν είναι άμεση προτεραιότητα για τη χώρα.²⁹¹

Οι παράκτιες περιοχές στη Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής είναι ιδανικές για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας και ιδιαίτερα το νότιο τμήμα. Η στροφή στην αξιοποίησή της γίνεται τα τελευταία χρόνια με την κατασκευή των πρώτων αιολικών πάρκων να είναι γεγονός.²⁹² Όμως, τα μεγάλα αποθέματα σε άνθρακα και η παραγωγή πυρηνικής ενέργειας συντελούν στην κυριαρχία τους, με την αιολική ενέργεια να παρουσιάζει μια αργή ανάπτυξη.

Τα τελευταία χρόνια σημειώνεται αύξηση στην εγκατάσταση μονάδων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας και ειδικότερα φωτοβολταϊκών συστημάτων και ανάπτυξης της τεχνολογίας CSP, η οποία οφείλεται στη μεγάλη ηλιοφάνεια που χαρακτηρίζει τη χώρα καθόλη τη διάρκεια του χρόνου. Όμως, το σημαντικό οικονομικό κόστος εγκατάστασης των μονάδων αυτών και κυρίως το χαμηλό ΑΕΠ της χώρας έχει περιορίσει την ανάπτυξη των συγκεκριμένων τεχνολογιών. Παρόλα αυτά, θεωρείται μια ιδιαίτερη ελκυστική λύση λόγω του μειωμένου περιβαλλοντικού αποτυπώματος και κυρίως της μεγάλης ηλιοφάνειας στη χώρα.²⁹³ Ενδεικτικό παράδειγμα της δυναμικής που αναπτύσσεται στο χώρο της ηλιακής ενέργειας στη Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής είναι η κατασκευή το 2014 του μεγαλύτερου φωτοβολταϊκού πάνελ στη χώρα παραγωγή 85MW και το σχεδιασμό για τη δημιουργία επιπλέον πάνελ τα επόμενα χρόνια.²⁹⁴ Η μεγάλη ηλιοφάνεια παρατηρείται και στη Ναμίμπια. Η ηλιακή ενέργεια, με τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων, στην Σουαζιλάνδη είναι η κυριότερη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας στη χώρα καθώς οι

²⁹⁰ Pollet B.G., Staffel I., Adamson K.A., *The Energy Landscape in the Republic of South Africa*, Springer International Publishing, 2016, σελ.21-22.

²⁹¹ Rama M., κ.ά., *Development of Namibian Energy Sector*, Research Report VTT-R-07599-13, 2014, σελ.55. Διαθέσιμο στο <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2013/vtt-r-07599-13.pdf> Ημ. Εισόδου: 8/10/2016.

²⁹² Pollet B.G., Staffel I., Adamson K.A., *The Energy Landscape in the Republic of South Africa*, Springer International Publishing, 2016, σελ.38-39.

²⁹³ Ibid.

²⁹⁴ Φωτοβολταϊκό πάρκο 85 μεγαβάτ στη Νότια Αφρική με thin film, 2014. Διαθέσιμο στο <http://energypress.gr/news/fotovoltaiko-parko-85-megavat-sti-notia-afriki-me-thin-film> Ημ. Εισόδου: 11/10/2016.

ηλιόλουστες μέρες είναι χαρακτηριστικό της γνώρισμα. Η παραγωγή φτάνει τα 50KW δίνοντας τη δυνατότητα για πρόσβαση σε ενέργεια δίχως περιβαλλοντικές επιπτώσεις.²⁹⁵

Η βιομάζα είναι σημαντικός ενεργειακός πόρος για τη Ναμίμπια καθώς αποτελεί το 10% της ενεργειακής κατανάλωσης της χώρας. Η υπερεκμετάλλευσή της ανάγκασε τους κυβερνώντες να επαναπροσδιορίσουν τη χρήση της προκειμένου να είναι διαθέσιμη συνεχώς.²⁹⁶

Η κυματική ενέργεια δύναται να καταστεί εκμεταλλεύσιμη στην Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής καθώς στις δυτικές ακτές της τα κύματα κινούνται με μεγάλη ένταση. Είναι ενδεικτικό ότι θεωρείται μία από τις ιδανικότερες χώρες παγκοσμίως για την αξιοποίηση της κυματικής ενέργειας λόγω της ορμής των κυμάτων που έρχονται κατευθείαν από τον ωκεανό όπως συμβαίνει και στη νοτιοδυτική Λατινική Αμερική, στην Αυστραλία και τη Νέα Ζηλανδία.²⁹⁷ Παρόλα αυτά, μέχρι σήμερα δεν έχει υπάρξει κάποια μονάδα ή εγκατάσταση στην περιοχή που θα αξιοποιεί τη συγκεκριμένη μορφή ενέργειας παρά μόνο σχέδια.

III. Δυτική Αφρική

Από την σκοπιά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η βιομάζα αποτελεί βασική πηγή ενέργειας για όλες τις χώρες της Δυτικής Αφρικής καθώς βρίσκεται σε αφθονία και γίνεται εύκολα εκμεταλλεύσιμη. Παράλληλα, μονάδες εκμετάλλευσης αιολικής και ηλιακής ενέργειας δεν έχουν αναπτυχθεί ικανοποιητικά παρά τις σημαντικές δυνατότητες που υπάρχουν με την παρουσία σημαντικών αποθεμάτων των ορυκτών πόρων να είναι η αιτία προσήλωσης στις συμβατικές μορφές ενέργειας.

Η αιολική ενέργεια στην Δυτική Αφρική δεν είναι τόσο διαδεδομένη καθώς είναι λίγες οι χώρες που έχουν δυνατότητα να την αξιοποιήσουν. Στο Μάλι, η αιολική ενέργεια έχει γνωρίσει άνθιση με την παραγωγή των ανεμογεννητριών να φτάνει τα

²⁹⁵ Holm D., “Renewable Energy in Southern Africa” στο Encyclopedia of Energy, επιμ., Cleveland C.J., Volume 5, Elsevier, 2004, σελ.344. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00366-1> Ημ.Εισόδου: 5/8/2016.

²⁹⁶ Rama M., κ.ά., Development of Namibian Energy Sector, σελ.50. Διαθέσιμο στο <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2013/vtt-r-07599-13.pdf> Ημ. Εισόδου: 8/10/2016.

²⁹⁷ Joubert J.R., van Niekerk J.L., South African Wave Energy Resource Data, A Case Study, Centre for Renewable and Sustainable Energy Studies, 2013, σελ.2. Διαθέσιμο στο http://www.crses.sun.ac.za/files/research/publications/technical-reports/SANEDI%28WaveEnergyResource%29_edited_v2.pdf Ημ. Εισόδου: 8/10/2016.

40 MW η οποία της προσκομίζει οικονομικά αλλά και βιομηχανικά οφέλη με το μειωμένο κόστος της ενέργειας να αυξάνει τα έσοδα των εργοστασίων.²⁹⁸ Στη Μαυριτανία, η αιολική αλλά και η ηλιακή ενέργεια προβλέπεται να αξιοποιηθούν μέσα από ένα πρόγραμμα που θα επιδιώξει την εκμετάλλευσή τους για να μειωθούν οι συνέπειες των ορυκτών καυσίμων στη χώρα ενώ ο Νίγηρας έχει και αυτός δυνατότητα αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας.²⁹⁹

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας γίνεται εμφανής με την παρουσία των φωτοβολταϊκών πάνελ στις περισσότερες χώρες της Δυτικής Αφρικής. Στην Γκάνα, παρά την προσήλωση της χώρας στους ορυκτούς πόρους η οποία εμποδίζει την περαιτέρω αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έχουν εγκατασταθεί μονάδες φωτοβολταϊκών από ιδιώτες με βασικό στόχο τη μείωση του κόστους ηλεκτροδότησης, μία συνήθης τακτική για όλη την Υποσαχάρια Αφρική. Η σημασία της ηλιακής ενέργειας φαίνεται να αναγνωρίζεται τα τελευταία χρόνια από το κράτος της Γκάνα καθώς έχει προγραμματίσει την δημιουργία του μεγαλύτερου φωτοβολταϊκού πάρκου της περιοχής σε όλη την Αφρική.³⁰⁰ Το έργο αυτό διέπεται από τη Renewable Energy Act, μια νομοθεσία της γκανέζικης κυβέρνησης που θέτει χαμηλή φορολογία για την επένδυση στην ενέργεια και θεωρείται ότι θα βελτιώσει την οικονομία της χώρας μέσα από τη δημιουργία θέσεων εργασίας και το χαμηλό κόστος της ενέργειας. Επιπλέον, δύναται να αποτελέσει παράδειγμα για μελλοντικές επενδύσεις στην ευρύτερη περιοχή.³⁰¹ Στο Μάλι, η ηλιακή ενέργεια παραμένει ουσιαστικά ανεκμετάλλευτη λόγω της εξάρτησης από άλλες μορφές ενέργειας και της ύπαρξης του ποταμού Νίγηρα και της υδροηλεκτρικής ενέργειας. Παρόμοια κατάσταση εντοπίζεται στο Νίγηρα, ενώ στη Μαυριτανία η εκμετάλλευσή της είναι αποτέλεσμα κρατικού σχεδιασμού. Παρά τη μεγάλη ηλιοφάνεια, η Σενεγάλη δεν έχει προχωρήσει στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.³⁰²

²⁹⁸ Maiga κ.ά., “Renewable energy options for a Sahel Country: Mali”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 12, Issue 2, 2008, σελ.564-574. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2006.07.005> Ημ. Εισόδου: 12/10/2016.

²⁹⁹ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.175-185.

³⁰⁰ Ibid.

³⁰¹ Africa’s largest solar (PV) power plant, 2015. Διαθέσιμο στο <http://www.blue-energyco.com/africas-largest-solar-pv-power-plant/>.

³⁰² Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.175-185.

Τα μεγάλα αποθέματα βιομάζας και η ευκολία αξιοποίησής της είναι οι λόγοι που θεωρείται η συγκεκριμένη ενεργειακή μορφή μία από τις σημαντικότερες στη Δυτική Αφρική. Ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού της Νιγηρίας εξακολουθεί να χρησιμοποιεί τη βιομάζα ως ενεργειακή πηγή καθώς το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο έχουν εμπορική αξία και οι κυβερνήσεις της Νιγηρίας έχουν ρίξει το βάρος στις εξαγωγές τους και στην κάλυψη των κρατικών αναγκών. Η Γουινέα αξιοποιεί τη βιομάζα με τη μορφή του ξυλάνθρακα για τις ενεργειακές ανάγκες των κατοίκων της όπως συμβαίνει και στη Μαυριτανία, μολονότι βρίσκεται σε περιορισμένη ποσότητα σε σχέση με τη Γουινέα. Η Μπουρκίνα Φάσο θεωρείται ιδιαίτερα υπανάπτυκτη στον ενεργειακό τομέα με την εγχώρια βιομάζα να κυριαρχεί ακόμα και σε σχέση με συμβατικές μορφές ενέργειας καθώς το κράτος δεν έχει λάβει σημαντικές πρωτοβουλίες για αλλαγή της κατάστασης. Επιπροσθέτως, η βιομάζα στο Νίγηρα συλλέγεται από τους κατοίκους με γυναίκες και παιδιά να τη συλλέγουν από διαφορετικές τοποθεσίες.³⁰³ Η έντονη υπανάπτυξη της χώρας, όπως δείχνει και ο ενεργειακός τομέας με το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού να μην έχει πρόσβαση σε ηλεκτρισμό, αναγάγουν την αξιοποίηση της βιομάζας σε ζήτημα επιβίωσης.

IV. Κεντρική Αφρική

Όπως και στην περίπτωση των χωρών της Δυτικής Αφρικής, η Κεντρική Αφρική χαρακτηρίζεται από την έντονη παρουσία της βιομάζας μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Παρά τις προσπάθειες των κυβερνήσεων των χωρών και διεθνών οργανισμών και ταμείων, η ηλιακή ενέργεια έχει γνωρίσει περιορισμένη ανάπτυξη. Η υπανάπτυξη των χωρών και η κυριαρχία των συμβατικών μορφών ενέργειας είναι οι παράγοντες που συνδράμουν καθοριστικά σε αυτήν την κατάσταση.

Στην Κεντρική Αφρική, η αιολική ενέργεια δεν είναι διαθέσιμη σε αξιοποιήσιμες ποσότητες σε σχέση με άλλες περιοχές της Υποσαχάριας Αφρικής. Για το λόγο αυτό δεν παρατηρούνται εγκαταστάσεις εκμετάλλευσής της στη συγκεκριμένη περιοχή.

Η ηλιοφάνεια στην Κεντρική Αφρική έχει ωθήσει χώρες της περιοχής να εκμεταλλευτούν αυτήν την ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Το Καμερούν έχει καταβάλλει προσπάθεια για εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με

³⁰³ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ 165-166 και 175-185.

έναν μακροπρόθεσμο σχεδιασμό θεωρώντας ότι η εκμετάλλευσή τους μπορεί να αποτελέσει κίνητρο για επενδύσεις, μείωση της φτώχειας και προώθηση της ανάπτυξης. Στο πλαίσιο αυτό εντάσσεται και η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας με τα φωτοβολταϊκά συστήματα να αποδίδουν ενέργεια 50 MW, λιγότερη όμως σε σχέση με τις δυνατότητες της περιοχής στην ηλιακή ενέργεια.³⁰⁴

Η ύπαρξη τροπικών δασών στην Κεντρική Αφρική συνέβαλλε στην εκμετάλλευση της ξυλείας τους για την παραγωγή ενέργειας. Η ξυλεία είναι μία από τις μορφές τις βιομάζας η οποία όπως και ο ξυλάνθρακας αποτελεί βασική πηγή ενέργειας στη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό στην οποία υπάρχει και βιοαέριο στη λίμνη Κίνου, αν και παραμένει αναξιοποίητο.³⁰⁵ Το χαμηλό κόστος της και η αφθονία της βιομάζας αποτελεί κίνητρο για την αξιοποίησή της και ιδιαίτερα για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του πληθυσμού της χώρας. Αυτό αντανakλάται και στην περίπτωση του Καμερούν που συγκαταλέγεται στις χώρες με τα μεγαλύτερα αποθέματα βιομάζας στην Αφρική. Όμως, η υπερβολική εκμετάλλευση της ξυλείας έχει οδηγήσει στην αποψίλωση των δασών στη χώρα, ένα πρόβλημα που εντοπίζεται γενικά στις χώρες της Αφρικής που χρησιμοποιούν την ξυλεία για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα.³⁰⁶ Στο Τσαντ, η βιομάζα αποτελεί ουσιαστικά το μόνο ενεργειακό πόρο της χώρας που αξιοποιείται παρά την δυνατότητα αξιοποίησης της ηλιακής και αιολικής ενέργειας. Η εξάρτηση από το πετρέλαιο παρεμποδίζει τη στροφή σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας και ιδίως στις ανανεώσιμες που δύναται η χώρα να εκμεταλλευθεί.³⁰⁷ Όπως συμβαίνει και στην υπόλοιπη Υποσαχάρια Αφρική η εκμετάλλευση της βιομάζας δεν είναι αποτέλεσμα κρατικού σχεδιασμού αλλά αρμοδιότητα των κατοίκων της περιοχής καθώς η φτώχεια που μαστίζει την περιοχή τους εξαναγκάζει να καταφύγουν στην παραδοσιακή και προσβάσιμη βιομάζα για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών.

³⁰⁴ Cameroon & Renewable Energy, Country at –a- glance, σελ.2. Διαθέσιμο στο <https://www.laurea.fi/en/document/Documents/Cameroon%20Fact%20Sheet.pdf>. Ημ. Εισόδου: 13/10/2016.

³⁰⁵ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.186-188.

³⁰⁶ Cameroon & Renewable Energy, Country at –a- glance, σελ.2. Διαθέσιμο στο <https://www.laurea.fi/en/document/Documents/Cameroon%20Fact%20Sheet.pdf>. Ημ. Εισόδου: 13/10/2016.

³⁰⁷ Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016, σελ.188.

Κεφάλαιο 8. Συνεισφορά στην αφρικανική υπανάπτυξη:

Η ανακάλυψη ενεργειακών πηγών σε μία χώρα θεωρείται ευλογία, καθώς της παρέχει τη δυνατότητα να καλύψει τις εγχώριες ανάγκες της σε ενέργεια σε μικρό ή σε μεγάλο βαθμό. Ιδίως η ανακάλυψη αποθεμάτων συμβατικών πόρων μπορεί να αποτελέσει αφορμή ταχείας οικονομικής ανάπτυξης καθώς το πεπερασμένο των ορυκτών πόρων ανεβάζει την τιμή τους κατά την εμπορική τους εκμετάλλευση όπως έδειξε η περίπτωση της Μέσης Ανατολής με τα μεγάλα κοιτάσματα πετρελαίου.

Η Νιγηρία είναι μία από τις μεγαλύτερες παραγωγούς χώρες πετρελαίου στον κόσμο, όμως, ο πληθυσμός της παραμένει βυθισμένος στην φτώχεια και την υπανάπτυξη. Επίσης, σχεδόν όλη η Υποσαχάρια Αφρική δείχνει ανήμπορη να εκμεταλλευτεί τον πλούτο της σε συμβατικές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ο οποίος καταλήγει να αποτελεί πηγή προόδου για τα ανεπτυγμένα κράτη και συνήθως για τους πρώην επικυρίαρχους.

I. Το νεοαποικιοκρατικό σύστημα

Οι χώρες της Αφρικής βρισκόταν για πολλές δεκαετίες υπό τον ζυγό των αποικιοκρατικών δυνάμεων οι οποίες εκμεταλλεύονταν ληστρικά τους φυσικούς και ορυκτούς πόρους τους για να αναπτυχθούν οι ίδιες. Η αφρικανική ήπειρος λειτουργούσε και λειτουργεί μέχρι σήμερα ως το ρεζερβουάρ των φυσικών πόρων του πλανήτη. Την σκληρή αυτή περίοδο της αποικιοκρατίας ακολούθησε μια εξίσου επώδυνη περίοδος, η νεοαποικιοκρατία η οποία κρατά μέχρι τις μέρες μας.³⁰⁸

Σύμφωνα με τον Nkrumah,³⁰⁹ νεοαποικιοκρατία είναι «το σύστημα το οποίο δίνει ανεξαρτησία στους πρώην υποκόους του απαιτώντας όμως «βοήθεια» για την ανάπτυξή τους. Πίσω όμως από αυτές τις φράσεις βρίσκονται προσπάθειες εκμετάλλευσης που συνδέονται άμεσα με την αποικιοκρατία. Το άθροισμα αυτών των προσπαθειών υπό το πρόσχημα της ελευθερίας είναι η νεοαποικιοκρατία».³¹⁰ Οι

³⁰⁸ Τσάλτας Γ.Ι., Αναπτυξιακό φαινόμενο και Τρίτος Κόσμος Πολιτικές και Διεθνές Δίκαιο της Ανάπτυξης, Εκδόσεις Παπαζήση, 2010, σελ.60-61.

³⁰⁹ Kwame Nkrumah, πρώτος πρωθυπουργός και πρόεδρος της Γκάνα, κύριος εκφραστής του κινήματος του Παναφρικανισμού. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <https://www.britannica.com/biography/Kwame-Nkrumah>.

³¹⁰ Profant T., French Geopolitics in Africa: From Neocolonialism to Identity, Perspectives, Vol.18, No.1, Perspectives, Institute of International Relations, NGO, 2010, σελ.41-62. Διαθέσιμο στο https://www.jstor.org/stable/23616077?seq=1#fndtn-page_scan_tab_contents Ημ. Εισόδου: 15/10/2016.

πρώην αποικιοκρατικές δυνάμεις, απαλλαγμένες από οποιοδήποτε αίσθημα ευθύνης τους βάραινε για την ανάπτυξη των χωρών της Αφρικής, μπόρεσαν εκ νέου να επιβληθούν υπό το σχήμα της «έξωθεν βοήθειας» στους πρώην αποικιοκρατούμενους λαούς. Η έλλειψη υποδομών, οργάνωσης και η ανάγκη να επιλυθούν βασικά ζητήματα για την επιβίωση των λαών οδήγησαν τις κυβερνήσεις των χωρών στον δανεισμό από τους πρώην επικυρίαρχους οι οποίοι πολύ εύκολα κατόρθωσαν να δημιουργήσουν συνθήκες νέας οικονομικής εξάρτησης.³¹¹

Η *Françafrique* είναι η πιο αντιπροσωπευτική μορφή εφαρμογής του νεοαποικιοκρατικού συστήματος στην Αφρική. Ο όρος εκφράζει τη διατήρηση των στενών σχέσεων της Γαλλίας με τις πρώην αποικίες της στην Αφρική η οποία αποσκοπούσε στη διατήρηση της επιρροής της στην περιοχή έχοντας τρεις στόχους: α) τη διατήρηση του στρατηγικού πλεονεκτήματος στις σχέσεις της με τα αφρικανικά κράτη και β) την κατοχή οικονομικού πλεονεκτήματος από αυτές τις σχέσεις. Οι στόχοι αυτοί επιτεύχθηκαν με τον έλεγχο των κυβερνήσεων αφρικανικών χωρών μέσω δωροδοκιών, την εξάρτηση από την γαλλική τεχνογνωσία και την επιρροή στον τρόπο ζωής ο οποίος έπρεπε να συμβαδίζει με τα δυτικά πρότυπα. Η οικονομική κυριαρχία επιτεύχθηκε με την μορφή την αναπτυξιακής βοήθειας και τον έλεγχο της χρηματοδότησης της Παγκόσμιας Τράπεζας και του ΔΝΤ προκειμένου οι χώρες να παραμείνουν εξαρτημένες από τον πρώην αποικιοκρατική δύναμη. Στο ενεργειακό πεδίο, η γαλλική επιρροή εκφράστηκε μέσα από την εκμετάλλευση των ενεργειακών πόρων χάρη στην αρωγή των γαλλικών πολυεθνικών εταιρειών ενέργειας.³¹² Τελικό αποτέλεσμα όλων αυτών των διαδικασιών είναι η πλήρης αλλοτρίωση των αυτόχθονων πληθυσμών της αφρικανικής ηπείρου οι οποίοι θυσιάζονται στο βωμό του κέρδους της παλιάς μητρόπολης, όπως επίσης και νέων επικυρίαρχων όπως οι ΗΠΑ και η καθολική εκμετάλλευση των πόρων της περιοχής προς όφελος όχι της ηπείρου αλλά των επικυρίαρχων.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η Κίνα αναδεικνύεται αξιοσημείωτος παράγοντας στον ενεργειακό τομέα της Υποσαχάριας Αφρικής, αποτέλεσμα της ραγδαίας οικονομικής της ανάπτυξης και αναπόδραστα των αυξανόμενων ενεργειακών

³¹¹ Τσάλτας Γ.Ι., Αναπτυξιακό φαινόμενο και Τρίτος Κόσμος Πολιτικές και Διεθνές Δίκαιο της Ανάπτυξης, Εκδόσεις Παπαζήση, 2010, σελ.114-115.

³¹² Profant T., French Geopolitics in Africa: From Neocolonialism to Identity, Perspectives, Vol.18, No.1, Institute of International Relations, NGO, 2010, σελ.41-62. Διαθέσιμο στο https://www.jstor.org/stable/23616077?seq=1#findtn-page_scan_tab_contents Ημ. Εισόδου: 15/10/2016.

αναγκών της. Οι οικονομικές της δραστηριότητες στην περιοχή έχουν αυξηθεί αρκετά τα τελευταία χρόνια μέσα από σχέδια που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων εκτός από τον ενεργειακό τομέα όπως ο τομέας των μεταφορών. Στον ενεργειακό τομέα, είναι η κατασκευή φραγμάτων για εκμετάλλευση της υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Αιθιοπία και την Ουγκάντα, η ανάπτυξη του βιοαερίου και η εγκατάσταση μονάδων αξιοποίησης της ηλιακής και αιολικής ενέργειας. Η μεγαλύτερη επιρροή της οφείλεται και στην προτίμηση των αφρικανικών κυβερνήσεων στα δάνεια και τη βοήθεια της Κίνας καθώς δεν συνοδεύεται από πιέσεις για πολιτικές και οικονομικές μεταρρυθμίσεις όπως συμβαίνει από τις χώρες της Δύσης.³¹³

Η είσοδος της Κίνας στην Αφρική ανατρέπει το status quo στην περιοχή σύμφωνα με το οποίο η εκμετάλλευση των πόρων της ήταν αποκλειστικό προνόμιο των ισχυρών της Δύσης. Η εμπλοκή της θεωρείται ότι έχει προκαλέσει σύγκρουση σε τρία επίπεδα: ενδοκρατικό, διακρατικό επίπεδο και μεταξύ των ανεπτυγμένων και αναδυόμενων δυνάμεων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο εμφύλιος πόλεμος στο Σουδάν ο οποίος οδήγησε εν τέλει στη διχοτόμηση της χώρας λόγω των οικονομικών πόρων που παρείχε η Κίνα για την εκμετάλλευση των πετρελαιοπηγών της χώρας υποδαυλίζοντας συγκρούσεις με πώληση πολεμικού υλικού. Επίσης, η διαφθορά και η χρηματοδότηση δικτατορικών καθεστώτων και η εξάρτηση από τις κινεζικές εταιρείες και την τεχνολογία είναι ενδείξεις του νεοαποικιοκρατικού ρόλου της Κίνας στην περιοχή.³¹⁴

Εκτός όμως από τις νεοαποικιοκρατικές τακτικές, υπάρχει και ο αντίλογος για τον ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει η Κίνα στην Υποσαχάρια Αφρική. Συγκεκριμένα, η Κίνα έχει χρηματοδοτήσει την κατασκευή έργων υποδομής στην περιοχή όπως γέφυρες και στο πλαίσιο διμερών εμπορικών συμφωνιών παρέχουν βοήθεια και χρηματοδοτούν το χρέος το χωρών της περιοχής. Επίσης, έχει βοηθήσει τις χώρες στην εκμετάλλευση των ενεργειακών τους πηγών και κυρίως του

³¹³ Cheng-Hin Lim A., “Is China a Neocolonial Power in Africa? –Analysis”, Eurasia Review, 2016. Διαθέσιμο στο <http://www.eurasiareview.com/26042016-is-china-a-neocolonial-power-in-africa-analysis/>.

³¹⁴ Obi C., “Oiling neocolonialism and conflict? The implications of China’s engagements with African petro-states for peace and development”, Social Science Research Council, 2014, σελ.1-4. Διαθέσιμο στο <http://china-africa.ssrc.org/wp-content/uploads/2014/12/Obi-Final.pdf> Ημ. Εισόδου: 23/9/2016.

πετρελαίου.³¹⁵ Η συνεργασία Νότου-Νότου που αναπτύσσεται μπορεί να οδηγήσει τις αφρικανικές χώρες σε μία αυτοδύναμη ανάπτυξη και να βελτιώσουν το βιοτικό τους επίπεδο σε αντιδιαστολή με την διαγωνιζόμενη υπανάπτυξη στην οποία τις καθήλωσαν οι Δυτικοί επικυρίαρχοι.³¹⁶

Σε κάθε περίπτωση, η νεοαποικιοκρατία υφίσταται μέχρι σήμερα. Η αρπαγή του πλούτου της Αφρικής υπό το πρόσχημα του χρέους των χωρών είναι η αιτία της μόνιμης υπανάπτυξης των χωρών της Υποσαχάριας Αφρικής. Η είσοδος της Κίνας στο παιχνίδι θα μπορούσε να ανατρέψει τους υφιστάμενους συσχετισμούς λόγω του γεγονότος ότι και αυτή ανήκει στον αναπτυσσόμενο νότο. Παρόλα αυτά, είναι δεδομένο ότι το κυριότερο κίνητρο εμπλοκής της στην περιοχή είναι το κέρδος το οποίο επισημαίνει την επιφυλακτικότητα για τις πραγματικές της προθέσεις.

II. Ο ρόλος των πολυεθνικών εταιρειών

Πολυεθνικές ορίζονται οι εταιρείες οι οποίες δραστηριοποιούνται σε περισσότερες από δύο χώρες. Η έδρα της πολυεθνικής βρίσκεται σε μία χώρα και στις υπόλοιπες χώρες υπάρχουν υποκαταστήματα ή θυγατρικές εταιρείες.³¹⁷ Η έλλειψη οικονομικών πόρων, τεχνογνωσίας και τεχνικών μέσων οδήγησε τις χώρες της Υποσαχάριας Αφρικής με συμβατικές ενεργειακές πηγές να απευθυνθούν στις ξένες πολυεθνικές εταιρείες για την αξιοποίηση των κοιτασμάτων τους.

Αποτελούν την πιο κλασική μορφή εφαρμογής του νεοαποικιοκρατικού συστήματος με οικονομική, πολιτική και κοινωνική διάσταση. Η οικονομική διάσταση συνίσταται στην αποκόμιση του μέγιστου δυνατού κέρδους με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Η πολιτική διάσταση λειτουργεί επικουρικά προς την οικονομική διάσταση και αφορά πολιτικές δωροδοκίες οι οποίες δημιουργούν αρεστές συνθήκες για τις πολυεθνικές με παράλληλη διαφθορά των πολιτικών και δημοκρατικών θεσμών των χωρών. Η κοινωνική διάσταση σχετίζεται με την πλέον επονείδιστη

³¹⁵ Zhang Z.X., China's Hunt for Oil in Africa Perspective, Tianjin University, 2006, Διαθέσιμο στο https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=939076 Ημ. Εισόδου: 14/10/2016.

³¹⁶ Obi C., "Oiling neocolonialism and conflict? The implications of China's engagements with African petro-states for peace and development", Social Science Research Council, 2014, σελ.1-4. Διαθέσιμο στο <http://china-africa.ssrc.org/wp-content/uploads/2014/12/Obi-Final.pdf> Ημ. Εισόδου: 23/9/2016.

³¹⁷ Lazarus A.A., Multinational Corporations, International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, Elsevier Science Ltd, 2001, σελ.10197-10204. Διαθέσιμο στο https://www0.gsb.columbia.edu/faculty/bkogut/files/Chapter_in_smelser-Baltes_2001.pdf Ημ. Εισόδου: 14/10/2016.

τακτική των πολυεθνικών οι οποίες χρησιμοποιούν ως «πειραματόζωα» τους κατοίκους αυτών των χωρών για την αξιολόγηση της παραγωγής τους.³¹⁸

Οι αμερικανικές πολυεθνικές εταιρείες συνέβαλαν κατά πολύ στην φτώχεια των τοπικών πληθυσμών της Υποσαχάριας Αφρικής κατά τις δραστηριότητες εξερεύνησης πετρελαίου και αερίου. Η περίπτωση της Νιγηρίας είναι αντιπροσωπευτική. Οι Νιγηριανοί είναι εχθρικοί απέναντι στις εταιρείες αυτές καθώς η κοινωνία τους είχε πολύ μικρό κέρδος από την εκμετάλλευση των πόρων της χώρας τους αλλά και απέναντι στις κυβερνήσεις της χώρας οι οποίες μαζί με τις εταιρείες είχαν τα περισσότερα κέρδη, χωρίς όμως να υπάρχει αντίκρουσμα για τους πολίτες της χώρας. Οι εταιρείες αυτές αύξησαν την ανεργία στη χώρα καθώς σχεδόν όλοι οι εργαζόμενοι προέρχονται από χώρες του εξωτερικού λόγω της τεχνογνωσίας που διαθέτουν για την συγκεκριμένη εργασία. Επίσης, προκάλεσαν μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα καθώς δεν υπήρχαν οι αυστηρές περιβαλλοντικές νομοθεσίες που συναντώνται σε ανεπτυγμένες χώρες με αποτέλεσμα να επιδιώκουν το μέγιστο δυνατό κέρδος με το ελάχιστο δυνατό κόστος σε αγαστή συνεργασία με τις κυβερνήσεις της χώρας. Η εχθρότητα αυτή εκφράστηκε με βίαιες ενέργειες εναντίον πετρελαϊκών εταιρειών με αποτέλεσμα σε μερικές περιπτώσεις να υπάρχει και κλείσιμο κάποιων μονάδων.³¹⁹ Η άνιση κατανομή του κέρδους διατηρεί την χώρα στην υπανάπτυξη και περιορίζει τις αναπτυξιακές της προοπτικές. Παρόμοιες τακτικές συναντώνται σε όλες τις χώρες της Υποσαχάριας Αφρικής με οрукτούς πόρους από τις πολυεθνικές εταιρείες.

Η εμπλοκή της Κίνας στην αφρικανική ήπειρο συνοδεύεται από τη συμμετοχή των κινεζικών πολυεθνικών. Οι εταιρείες αυτές αναδείχθηκαν χάρη στον άνοιγμα της Κίνας στον καπιταλισμό και επωφελήθηκαν από την κρατική αρωγή. Η επέκταση στις χώρες σε υπερπόντιες περιοχές ήταν αποτέλεσμα της οικονομικής ανάπτυξης της χώρας που της επέτρεψε την είσοδο σε νέες αγορές.

Στον ενεργειακό τομέα, οι κινεζικές πολυεθνικές έχουν κάνει έντονα αισθητή την παρουσία τους πολύ περισσότερο από οποιονδήποτε άλλο τομέα με την αρωγή

³¹⁸ Τσάλτας Γ.Ι., Αναπτυξιακό φαινόμενο και Τρίτος Κόσμος Πολιτικές και Διεθνές Δίκαιο της Ανάπτυξης, Εκδόσεις Παπαζήση, 2010, σελ.117-119.

³¹⁹ Adams M., Osho G., Coleman Q., "The Politics and Political Implications of oil and gas exploration in africa: an analysis of American oil corporations in Nigeria", International Business & Economics Research Journal, Volume 7, Number 12, 2008, σελ.1-10. Διαθέσιμο στο <http://cluteinstitute.com/ojs/index.php/IBER/article/view/3319/3367> Ημ. Εισόδου: 23/9/2016.

βεβαίως της κινεζικής κυβέρνησης. Η Chinese National Offshore Oil Corporation's (CNOOC) έχει αναλάβει την εξερεύνηση και εκμετάλλευση του πετρελαίου σε σημαντικές πετρελαιοπαραγωγικές χώρες της Υποσαχάριας Αφρικής όπως η Νιγηρία και η Κένυα συμπράττοντας με τις τοπικές εταιρείες πετρελαίου, ενώ η China National Petroleum Corporation (CNPC) έχει ξεκινήσει έρευνες στο Σουδάν.³²⁰ Οι τακτικές που ακολουθούν οι κινεζικές πολυεθνικές βασίζονται στην απόκτηση ανταγωνιστικού πολιτικού και συγκριτικού οικονομικού πλεονεκτήματος και συμβολικής και οικονομικής διπλωματίας. Το ανταγωνιστικό οικονομικό πλεονέκτημα συνίσταται στη συνεργασία με όλα τα καθεστώτα και παρέχει πρόσβαση σε αγορές από τις οποίες αποκλείονται οι δυτικές χώρες καθώς απαιτούν από τις κυβερνήσεις αυτών των χωρών να κάνουν οικονομικές, κοινωνικές και πολιτικές μεταρρυθμίσεις. Το συγκριτικό οικονομικό πλεονέκτημα είναι η χαμηλή ειδίκευση που προσφέρουν οι κινεζικές πολυεθνικές ενώ η συμβολική και οικονομική διπλωματία είναι οι καλύτερες οικονομικές προσφορές των Κινέζων σε συνδυασμό με τις καλές σχέσεις με τις χώρες τις περιοχής.³²¹ Αυτά τα χαρακτηριστικά των πολυεθνικών τους έχουν επιτρέψει τη διεξόδυση στην Υποσαχάρια Αφρική.

Το κίνητρο για τις επενδύσεις των κινεζικών πολυεθνικών στην Υποσαχάρια Αφρική είναι προφανώς η πρόσβαση στους πλουτοπαραγωγικούς πόρους της ηπείρου. Η απόκτηση αυτών των πόρων παρέχει ενεργειακή ασφάλεια και ενισχύει την μακροπρόθεσμη αναπτυξιακή προοπτική της Κίνας. Επιπλέον, η σφυρηλάτιση καλών σχέσεων με τις αφρικανικές χώρες μέσω των κινεζικών πολυεθνικών εταιρειών της ανοίγει πόρτα σε νέες αγορές για την πώληση των προϊόντων της τα οποία είναι σε ιδιαίτερα ανταγωνιστικές τιμές σε σχέση με τα δυτικά προϊόντα.³²² Για την αφρικανική ήπειρο οι συνέπειες είναι θετικές καθώς εκτός από την αγορά προϊόντων σε καλές τιμές, οι επενδύσεις δεν συνοδεύονται από απαιτήσεις για πολιτικές και οικονομικές μεταρρυθμίσεις, όπως στην περίπτωση των δυτικών πολυεθνικών, οι οποίες πολλές φορές είναι αδύνατες να πραγματοποιηθούν. Οι

³²⁰ Corkin L., The Strategic Entry of China's Emerging Multinationals in Africa, China Report 43,3, 2007, σελ.309-322. Διαθέσιμο στο <http://chr.sagepub.com/content/43/3/309.full.pdf> Ημ. Εισόδου: 16/10/2016.

³²¹ Alden C., Davies M., "Chinese Multinationals Corporations in Africa", Volume 13, Issue 1, 2006, σελ.6-9. Διαθέσιμο στο http://www.cctr.ust.hk/materials/conference/china-africa/papers/Chris_Alden_Chinese_Multinational_Corporations.pdf Ημ. Εισόδου: 23/9/2016.

³²² Adisu K., Sharkey T., Okoroafo S.C., "The Impact of Chinese Investment in Africa", International Journal of Business and Management, Vol.5, No.9, 2010, σελ.1-7. Διαθέσιμο στο <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.603.8309&rep=rep1&type=pdf> Ημ.Εισόδου:17/10/2016.

επιπτώσεις όμως στο περιβάλλον είναι κυρίως αρνητικές καθώς υπάρχει τρομακτική επιβάρυνση από τις κινεζικές πολυεθνικές. Η κατάσταση φαίνεται να αλλάζει καθώς υπάρχει πίεση από την κυβέρνηση της Κίνας για πιο φιλοπεριβαλλοντικές πολιτικές από τις εταιρείες της χώρας εντός και εκτός συνόρων.³²³

³²³ Shinn D.H., “The Environmental Impact of China’s Investment in Africa”, Cornell International Law Journal, 2016, σελ.31. Διαθέσιμο στο <http://www.lawschool.cornell.edu/research/ILJ/upload/Shinn-final.pdf> Ημ. Εισόδου: 17/10/2016.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα έρευνα μας φέρνει αντιμέτωπους με ορισμένα συμπεράσματα σχετικά με τις μορφές εξερεύνησης και εκμετάλλευσης των ενεργειακών πηγών, τις προϋποθέσεις και τους τρόπους υλοποίησης των επενδύσεων στον ενεργειακό τομέα στον αναπτυσσόμενο νότο, καθώς επίσης και με τις μορφές ενέργειας της Υποσαχάριας Αφρικής και την εκμετάλλευσή τους αλλά και με τις δυνατότητες για περαιτέρω αξιοποίησή τους.

Οι συμβατικές μορφές ενέργειας διαθέτουν εξελιγμένες τεχνολογίες εξερεύνησης και εκμετάλλευσης και ιδιαίτερα το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο καθώς είναι εξαιρετικά δύσκολη η πρόσβαση σε αυτές με απλά τεχνολογικά μέσα. Για το πετρέλαιο γίνονται συμφωνίες για την παραχώρηση του εδάφους και του υπεδάφους με τις ΗΠΑ και τον Καναδά να τα παραχωρούν αμφότερα στις πετρελαϊκές εταιρείες αντίθετα από τον υπόλοιπο κόσμο που παραχωρείται η επιφάνεια. Η εξόρυξη και η εκμετάλλευση του πετρελαίου γίνεται με τον ίδιο τρόπο και στο φυσικό αέριο με τις διαφορές να αφορούν την τελική επεξεργασία και μεταφορά των ενεργειακών πόρων.

Ο άνθρακας γίνεται πιο εύκολα εκμεταλλεύσιμος σε σχέση με το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο με τις εξορύξεις, είτε είναι υπέργειες είτε υπόγειες. Η επεξεργασία του άνθρακα για να παράξει ενέργεια επικουρείται από τις τεχνολογίες καθαρού άνθρακα (CCT) οι οποίες αποσκοπούν να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του άνθρακα, το κόστος του και να τον καταστήσουν πιο αποδοτικό ενεργειακά.

Η πυρηνική ενέργεια παράγει πολύ μεγάλη ποσότητα ενέργειας χωρίς να έχει καθόλου ρύπους. Τα πυρηνικά απόβλητα όμως είναι το μεγάλο μειονέκτημα της μειονέκτημα με αποτέλεσμα οι προσπάθειες των υποστηρικτών της να στρέφονται στη βελτίωση της διαχείρισής τους.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια αξιοποιείται με μεγάλα και μικρά υδροηλεκτρικά συστήματα με την κύρια διαφορά να αποτελεί το μέγεθος του ταμιευτήρα και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις με τα μικρά υδροηλεκτρικά να έχουν μηδενικές συνέπειες για το περιβάλλον.

Στην περίπτωση των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, η αιολική ενέργεια γίνεται εκμεταλλεύσιμη μέσω των ανεμογεννητριών, οι οποίες συνήθως έχουν τρεις έλικες λόγω μεγαλύτερης παραγωγικότητας, στα χερσαία και παράκτια αιολικά πάρκα οι οποίες εκμεταλλεύονται με αυτόν τον τρόπο την ισχύ του ανέμου. Η επιλογή της τοποθεσίας είναι η πιο κρίσιμη αφού καθορίζει την ποσότητα ενέργειας που αξιοποιείται. Η ηλιακή ενέργεια αναπτύσσεται κυρίως με τα φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία κυριαρχούν αν και τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια αξιοποίησης μιας άλλης τεχνολογίας της συγκεντρωτικής ηλιακής ενέργειας (CSP).

Η γεωθερμία γίνεται εκμεταλλεύσιμη με παρεμφερείς τεχνικές σε σχέση με το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο ενώ η αξιοποιησιμότητα του κάθε κοιτάσματος καθορίζεται από το μέγεθός του. Η θερμοχημική μετατροπή της άμεσης κάυσης, της αεριοποίησης και της ταχείας πυρόλυσης είναι οι τεχνικές με τις οποίες η βιομάζα παράγει ενέργεια με καταλύτη την θερμότητα για την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας. Οι τρεις μορφές της ωκεάνιας ενέργειας, η κυματική, η παλιρροιακή και η ωκεάνια θερμική ενέργεια (OTEC), αξιοποιούν τη ισχύ του θαλασσινού νερού για την παραγωγή ενέργειας με την τεχνολογία OTEC να βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο. Η κυματική και η παλιρροιακή ενέργεια αξιοποιούν τη δύναμη των κυμάτων και της παλίρροιας και αποτελούν αποδοτική πηγή ενέργειας για παραθαλάσσια κράτη που στερούνται εναλλακτικών ενεργειακών πηγών.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται στο περιβάλλον από την αξιοποίηση των ενεργειακών πηγών οφείλονται κυρίως στις συμβατικές μορφές ενέργειας. Η εξερεύνηση του πετρελαίου σε υπεράκτιες περιοχές μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στα ψάρια και στα θαλάσσια θηλαστικά ενώ η καύση του πετρελαίου συνεισφέρει στην αύξηση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Οι εκπομπές αυτές είναι πιο επιβλαβείς στην περίπτωση του άνθρακα με την καύση του να απελευθερώνει διοξείδιο του θείου που συνεισφέρει καταλυτικά στο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Πιο φιλικό προς το περιβάλλον είναι το φυσικό αέριο με χαμηλές εκπομπές οξειδίων, κάρβουνου και αζώτου με την κυριότερη συνέπεια στο περιβάλλον να είναι ο κίνδυνος διαρροής από τον αγωγό ή την μεταφορά του με τη μορφή του υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG). Αν και η πυρηνική ενέργεια έχει μηδενικές εκπομπές και τα απόβλητά της είναι περιορισμένα, εν τούτοις τα απόβλητα αυτά είναι πάρα πολύ επικίνδυνα. Παράλληλα, το γεγονός ότι τα πυρηνικά ατυχήματα μπορούν να προκαλέσουν εκτεταμένη ρύπανση με

ανεπανόρθωτες βλάβες όπως επίσης και ότι οι πυρηνικές αντιδραστήρες είναι στόχοι τρομοκρατικών επιθέσεων έχει ωθήσει τη διεθνή κοινότητα να πιέσει για τον περιορισμό της. Η υδροηλεκτρική ενέργεια υποβαθμίζει την ποιότητα του νερού και του χώματος και προκαλεί προβλήματα σε κάποια είδη ψαριών.

Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας έχουν ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις οι οποίες είναι στις περισσότερες περιπτώσεις ελάχιστονης σημασίας. Η αιολική ενέργεια έχει περιορισμένες περιβαλλοντικές συνέπειες που αφορούν επιδράσεις στο χερσαίο και θαλάσσιο περιβάλλον ενώ η ηλιακή συνεισφέρει στη θερμική ρύπανση και παραγωγή κάποιων επικίνδυνων ουσιών που όμως αντιμετωπίζονται, όπως και στην αιολική ενέργεια με τη λήψη των κατάλληλων μέτρων. Προσοχή κατά την εξόρυξη απαιτεί η γεωθερμία καθώς απελευθερώνονται επικίνδυνες ουσίες μαζί με το νερό. Τα προβλήματα που προκύπτουν από τη βιομάζα σχετίζονται με τη μεγάλη ποσότητα των αποβλήτων τα οποία δεν είναι πάντα διαθέσιμα σε μεγάλη κλίμακα και τις επιπτώσεις στις υδάτινες ροές από χημικές ουσίες που απελευθερώνονται, ενώ στην ωκεάνια ενέργεια απαιτείται η λήψη αντισταθμιστικών μέτρων στην παρέμβαση του ανθρώπου στο θαλάσσιο οικοσύστημα.

Οι συμβατικές μορφές ενέργειας κυριαρχούν στο ενεργειακό μείγμα κάθε ηπείρου με το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο να είναι στην κορυφή, εκτός από την περίπτωση της Ωκεανίας και της Ασίας. Παρόλα αυτά, η τάση για αύξηση της χρήσης των ΑΠΕ προβλέπεται ότι θα ανατρέψει την υφιστάμενη κατάσταση σε σχέση με την υπάρχουσα κατάσταση. Οι ΑΠΕ είναι το μέλλον και ένας από τους βασικούς συντελεστές για την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης.

Τα ενεργειακά σχέδια και οι επενδύσεις υλοποιούνται μέσω μιας πολυσύνθετης διαδικασίας που απαιτεί τον υπολογισμό πολλών παραγόντων για την μέγιστη δυνατή απόδοση όπως η εκτίμηση του επιχειρηματικού και πολιτικού περιβάλλοντος, οι οικονομικές εισφορές και η παροχή τεχνικής βοήθειας. Αυτό αναδεικνύει και τις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν στις αναπτυσσόμενες χώρες και τις διακρίνουν από τις ανεπτυγμένες οι οποίες και αποτελούν τροχοπέδη για την υλοποίηση επενδύσεων στον ενεργειακό τομέα και όχι μόνο.

Στο χώρο του πετρελαίου, η Μέση Ανατολή διαθέτει εθνικές εταιρείες οι οποίες και μπορούν να εκμεταλλευτούν τα πετρελαϊκά κοιτάσματα δίχως τη συμβολή

εταιρειών από το εξωτερικό. Η περίπτωση της Κίνας αποδεικνύει ότι μία αναπτυσσόμενη χώρα μπορεί να επεκταθεί μέσω των εταιρειών της σε νέες αγορές προκειμένου να αναζητήσει κέρδη για να καλύψει τις ολοένα και αυξανόμενες ανάγκες της συνεισφέροντας με αυτόν τον τρόπο στην οικονομική της ανάπτυξη.

Στο φυσικό αέριο επικρατεί παρόμοια λογική με το πετρέλαιο χωρίς όμως να έχει το οικονομική αντίκρουσμα που προσκομίζει το πετρέλαιο. Παρόλα αυτά, το κράτος παίζει ενεργό ρόλο για την υλοποίηση των σχεδίων εκμετάλλευσής του τα οποία είναι αποτέλεσμα συνεργασιών του κράτους με ιδιωτικούς φορείς και διεθνείς χρηματοδοτικούς οργανισμούς.

Στον άνθρακα παρατηρούμε ότι η εισαγωγή τεχνολογιών καθαρού άνθρακα είναι αποτέλεσμα κρατικής πρωτοβουλίας με τη διαχείρισή του στην περίπτωση της Ινδίας να βρίσκεται στην αρμοδιότητα της κρατικής εταιρείας με την συμβολή όμως ξένων χωρών στην εισαγωγή νέων μεθόδων όπως η αεριοποίηση. Για το λόγο αυτό στην προκείμενη περίπτωση βλέπουμε ότι το ενδιαφέρον περιορίζεται στη μεταφορά τεχνολογίας. Για τα πυρηνικά πρέπει να επισημανθεί ότι η οικονομική στήριξη και η τεχνολογική καινοτομία είναι απαραίτητες λόγω του υψηλού της κόστους και της έλλειψης τεχνογνωσίας στις αναπτυσσόμενες χώρες. Παράλληλα, οι περιβαλλοντικοί της κίνδυνοι είναι πολύ σοβαροί με τα ατυχήματα να δείχνουν ότι ακόμα και σήμερα οι επιπτώσεις μπορεί είναι καταστροφικές. Η δημιουργία υδροηλεκτρικών συστημάτων στον αναπτυσσόμενο νότο είναι αποτέλεσμα συμμετοχής πρωτίστως του κράτους και δευτερευόντως επενδυτών και διεθνών χρηματοδοτικών οργανισμών με τα μικρά υδροηλεκτρικά συστήματα να είναι μια επιθυμητή και αποδοτική επιλογή για τη περιοχή αυτή. Τα χρηματοδοτικά εμπόδια και οι πολιτικές συνθήκες είναι ανασταλτικός παράγοντας για την επένδυση στη γεωθερμία με τις μικρές γεωθερμικές πηγές να εύκολα εκμεταλλεύσιμες στον αναπτυσσόμενο κόσμο.

Όπως απέδειξε η περίπτωση της Αιγύπτου η απόκτηση τεχνογνωσίας, υποδομών με εξωτερική βοήθεια είναι απαραίτητη για την υπερπήδηση των οικονομικών και θεσμικών εμποδίων και την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας. Η άφθονη ηλιοφάνεια στις περισσότερες χώρες του αναπτυσσόμενου νότου καθιστά εφικτή την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας η οποία καλύπτει πρωτίστως τις εγχώριες ανάγκες με τα συστήματα SHS να συνδράμουν αποφασιστικά στην επίτευξη αυτού του στόχου.

Η βιομάζα είναι ιδιαίτερα δημοφιλής καθώς παράγει ενέργεια με καύση των φυτικών και ζωικών αποβλήτων που βρίσκονται σε αφθονία στον αναπτυσσόμενο νότο, γεγονός που την καθιστά εύκολα προσβάσιμη και αξιοποιήσιμη. Πολύ σημαντική ενεργειακή πηγή για τα Μικρά Αναπτυσσόμενα Νησιωτικά Κράτη που στερούνται σε αρκετές περιπτώσεις άλλους ενεργειακούς πόρους μπορεί να αποδειχθεί η ωκεάνια ενέργεια με την OTEC να έχει σοβαρές προοπτικές ανάπτυξης.

Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής, αποτέλεσμα των εκπομπών αερίων ρύπων του θερμοκηπίου, προκαλεί σοβαρά προβλήματα στη γεωργία και κατεπεκτάσιν στο εισόδημα των κατοίκων του αναπτυσσόμενου νότου, ενώ η άνοδος της στάθμης της θάλασσας απειλεί τις παράκτιες περιοχές και ιδιαίτερα ορισμένα μικρά νησιωτικά αναπτυσσόμενα κράτη με εξαφάνιση. Η λήψη μέτρων προσαρμογής θα συμβάλλει στον περιορισμό των συνεπειών η οποία είναι πλέον προτεραιότητα και όχι στην αποτροπή τους καθώς πλέον είναι αναπόφευκτες.

Οι ενεργειακές πηγές ενέχουν κοινωνικές και οικονομικές συνέπειες για τις αναπτυσσόμενες χώρες. Η ανακάλυψη συμβατικών ενεργειακών πηγών έχει οικονομικά οφέλη όμως παράλληλα, η εκμετάλλευσή τους από ξένες χώρες μπορεί να διαιωνήσει την υπανάπτυξη της περιοχής. Επίσης, η εξάρτηση της οικονομικής ανάπτυξης από μία ενεργειακή πηγή όπως το πετρέλαιο μπορεί να προκαλέσει σοβαρά οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα σε περίπτωση κρίσης των τιμών της. Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας συντελούν στην ενεργειακή ασφάλεια καθώς διαφοροποιούν το ενεργειακό μείγμα ενώ μέσω της δημιουργίας θέσεων εργασίας μπορούν να ενέχουν ευρύτερες συνέπειες αντιμετωπίζοντας την ανεργία και καταπολεμώντας τη φτώχεια.

Η Υποσαχάρια Αφρική μας αποδεικνύει ότι είναι πλούσια σε ενεργειακούς πόρους και παρουσιάζει πολλές προοπτικές στις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας χωρίς όμως μέχρι σήμερα να έχουν αναπτυχθεί ικανοποιητικά. Αυτό οφείλεται στην εξάρτηση πολλών χωρών από τις συμβατικές μορφές ενέργειας και στην ύπαρξη εμποδίων όπως οι υποδομές, οι περιορισμένοι οικονομικοί πόροι για την εκμετάλλευση του σημαντικού ενεργειακού δυναμικού. Το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες σε λίγες χώρες της Δυτικής και της Κεντρικής Αφρικής όπως η Νιγηρία και η Αγκόλα χωρίς όμως οι κάτοικοί τους να απολαμβάνουν τα οικονομικά του οφέλη λόγω των ξένων εταιρειών που το

εκμεταλλεύονται αλλά και των κυβερνήσεων των χωρών ενώ υπάρχουν σε περιορισμένες ποσότητες σε αρκετές χώρες όπως το Μπενίν που καλύπτουν τις εσωτερικές ανάγκες.

Στην Ανατολική Αφρική, το πετρέλαιο αξιοποιείται από ξένες εταιρείες πετρελαίου οι οποίες δραστηριοποιούνται στην εξερεύνηση και τη διανομή του και αποκομίζουν σημαντικά κέρδη συνεργαζόμενες παράλληλα με εθνικές πετρελαϊκές εταιρείες. Η Ουγκάντα έχει τα σημαντικότερα αποθέματα και ακολουθούν η. Το πετρέλαιο μπορεί να έχει και γεωπολιτικές προεκτάσεις καθώς στο Σουδάν υπήρξε μία από τις αιτίες που οδήγησαν σε διχοτόμηση τη χώρα. Στο φυσικό αέριο, η Τανζανία είναι η μοναδική χώρα που εκμεταλλεύεται τα αποθέματα φυσικού αερίου το οποίο υπάρχει επίσης στην Κένυα και στην Μοζαμβίκη. Η έλλειψη υποδομών και η δυσκολία μεταφοράς του έχουν περιορίσει την εκμετάλλευσή του με αποτέλεσμα να αξιοποιείται στην Τανζανία κυρίως για την κάλυψη των εγχωρίων αναγκών.

Στην ίδια περιοχή, πρωτεύουσας σημασίας είναι η υδροηλεκτρική ενέργεια καθώς υπάρχουν σημαντικοί υδάτινοι όγκοι με την Κένυα την Τανζανία την Ουγκάντα και την Αιθιοπία να επωφελούνται και να την εκμεταλλεύονται με υδροηλεκτρικούς σταθμούς που ανήκουν σε κρατικές εταιρείες με τη διατήρηση των σταθμών όμως να έχει και υψηλό οικονομικό κόστος.

Η αιολική ενέργεια έχει γνωρίσει περιορισμένη ανάπτυξη στις ορεινές, παράκτιες περιοχές της Κένυας, της Ουγκάντας, και της Τανζανίας με τη δημιουργία αιολικών πάρκων χάρη σε κρατικά κεφάλαια και συνεργασία των κρατών με ΜΚΟ και επενδυτές. Επίσης, η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται κυρίως από τις ανώτερες τάξεις καθώς τα κράτη της περιοχής δεν έχουν φροντίσει να την προωθήσουν στα χαμηλότερα στρώματα και να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες. Μεγαλύτερη σημασία για την περιοχή έχει η γεωθερμία όπου υπάρχουν τα κυριότερα αποθέματα στην Υποσαχάρια Αφρική, ιδιαίτερα στην Κένυα όπου αξιοποιούνται από την κρατική εταιρεία Geothermal Development Company. Το στοιχείο αυτό δείχνει ότι οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας μπορούν να αξιοποιηθούν πλήρως από το κράτος. Η βιομάζα όπως και στην υπόλοιπη Υποσαχάρια Αφρική καλύπτει τις ανάγκες των φτωχότερων κοινωνικών στρωμάτων.

Στη Νότια Αφρική, η Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής κυριαρχεί ενεργειακά και όχι μόνο στην περιοχή. Τα πολύ μεγάλα αποθέματα άνθρακα και ουρανίου που

βρίσκονται κυρίως σε αυτή τη χώρα συντελούν στην κυριαχία της ενέργειας από άνθρακα και της πυρηνικής ενέργειας παρότι έχουν γίνει προσπάθειες για την εκμετάλλευση ανανεώσιμων μορφών ενέργειας χάρη στο πρόγραμμα REIPPPP. Η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται στην Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής αλλά και στη γειτονική Ναμίμπια χάρη στην τεχνολογία CSP μια τεχνολογία ιδανική για τις αναπτυσσόμενες χώρες συνολικά. Η βιομάζα αξιοποιείται κυρίως στις υπόλοιπες χώρες της περιοχής ενώ η κυματική ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό στο μέλλον από τη Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής.

Στη Δυτική Αφρική παρατηρούμε ότι οι συμβατικές πηγές ενέργειας κυριαρχούν καθώς υπάρχουν αξιόλογα κοιτάσματα πετρελαίου με τη Νιγηρία τη Γκάνα και την Ακτή του Ελεφαντοστού να τα αξιοποιούν με τις εθνικές πετρελαϊκές εταιρείες και σε συνεργασίες με ξένες πετρελαϊκές εταιρείες. Το πετρέλαιο είναι βαρύνουσα σημασίας για τη Νιγηρία καθώς είναι από τις σημαντικότερες πετρελαιοπαραγωγούς χώρες στον κόσμο με την εξάρτησή της από την εν λόγω ενεργειακό πόρο να την καθιστά αναπόδραστα ευάλωτη σε περιόδους πετρελαϊκών κρίσεων. Η Νιγηρία διαθέτει και σημαντικά αποθέματα φυσικού αερίου τα οποία αξιοποιεί όχι όμως και η υπόλοιπη περιοχή με αποτέλεσμα να υπάρχει περιορισμένη αξιοποίησή τους κυρίως από τη Σενεγάλη για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι σημαντική πηγή ενέργειας καθώς υπάρχουν αρκετοί ποταμοί στην περιοχή ενώ υπάρχει και παράδειγμα διεθνούς συνεργασίας μεταξύ αναπτυσσόμενων χωρών στην περίπτωση Μπενίν-Τόγκο για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. Τα εμπόδια για την μεγαλύτερη εκμετάλλευσή της σχετίζονται με την έλλειψη υδρολογικών στοιχείων καθώς και τον προσανατολισμό χωρών όπως η Νιγηρία στην αξιοποίηση των συμβατικών μορφών ενέργειας.

Η βιομάζα είναι και εδώ αξιοσημείωτη ενεργειακή πηγή λόγω της ευκολίας εκμετάλλευσής της και της μεγάλης ποσότητας που βρίσκεται διαθέσιμη με αποτέλεσμα να αξιοποιείται από όλες τις χώρες της περιοχής. Παρά την μεγάλη ηλιοφάνεια, η ηλιακή ενέργεια δεν αξιοποιείται στην περιοχή με εξαίρεση την Γκάνα η οποία, εκτός από τις υπάρχουσες μονάδες φωτοβολταϊκών συστημάτων, φιλοδοξεί να δημιουργήσει το μεγαλύτερο πάνελ φωτοβολταϊκών στο σύνολο της Υποσαχάριας

Αφρικής. Σχετικά με την αιολική ενέργεια, υπάρχει παραγωγή στο Μάλι, ενώ δυνατότητες εκμετάλλευσης υπάρχουν στο Νίγηρα και στην Μαυριτανία.

Στην Κεντρική Αφρική, η Αγκόλα ξεχωρίζει ως μία από τις σημαντικότερες χώρες της Αφρικής στον τομέα του πετρελαίου με την είσοδο της στον ΟΠΕΚ να αποδεικνύει τη σημασία της και την πρόοδο που έχει σημειώσει στην παραγωγή του πετρελαίου. Βήματα προόδου στην αξιοποίηση του πετρελαίου με τη μορφή του LPG έχει πραγματοποιήσει και το Καμερούν, το οποίο όμως επιχείρησε να περιορίσει την αυξανόμενη διείσδυση των ξένων πετρελαϊκών εταιρειών μέσω μιας νομοθεσίας που κατοχυρώνει το πετρέλαιο ως κρατική ιδιοκτησία. Η Αγκόλα και το Καμερούν έχουν παρουσία και στο φυσικό αέριο. Αμφότερες έχουν σημαντικά αποθέματα οποία αξιοποιούνται με τη μορφή του LNG και το Καμερούν να επιδιώκει όπως και στο πετρέλαιο να περιορίσει την ξένη ανάμειξη. Ο άνθρακας αξιοποιείται από την Κεντροαφρικανική Δημοκρατία έχοντας όμως μειωμένη βαρύτητα λόγω της χρήσης εναλλακτικών ενεργειακών πηγών.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια στην Κεντρική Αφρική είναι πρωταρχικής σημασίας ενεργειακή πηγή καθώς οι μεγάλοι ποταμοί έχουν επιτρέψει τη εγκατάσταση σημαντικών υδροηλεκτρικών σταθμών.

Μείζονος σημασίας ενεργειακή πηγή είναι και η βιομάζα καθώς υπάρχουν αρκετά τροπικά δάση στην περιοχή, με την υπερεκμετάλλευση της ξυλείας όμως να έχει προκαλέσει αποδάσωση. Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας γίνεται κυρίως από το Καμερούν χάρη σε έναν μακροπρόθεσμο σχεδιασμό που έχει εκπονήσει.

Το νεοαποικιοκρατικό σύστημα είναι αρωγός των παλιών αλλά και των νέων επικυριάρχων της Αφρικής στην εκμετάλλευση των πόρων της για ίδιον όφελος. Η εμπλοκή της Κίνας στην περιοχή έχει και θετικές συνέπειες καθώς δίνει προτεραιότητα στην υλοποίηση των επενδύσεων δίνοντας τη δυνατότητα στις χώρες της Υποσαχάριας Αφρικής να αναπτυχθούν συνάπτοντας μαζί τους στρατηγικές συνεργασίες. Αυτή η συνεργασία Νότου-Νότου δύναται να έχει θετικές συνέπειες στην προσπάθεια των χωρών αυτών να αναπτυχθούν με το ιστορικό προηγούμενο όμως της εμπλοκής του ξένου παράγοντα να θέτει υπό αμφισβήτηση το τελικό αποτέλεσμα.

Η κατάσταση αυτή αποδεικνύεται και στην περίπτωση των πολυεθνικών εταιρειών που αποτελούν την βασικότερη εκδοχή του νεοαποικιοκρατικού συστήματος με την επίτευξη κέρδους να αποτελεί το κυριότερο κίνητρο. Στην περίπτωση των κινεζικών πολυεθνικών έχουμε και αρκετά μεγαλύτερη περιβαλλοντική επιβάρυνση για αύξηση των εσόδων, μια κατάσταση που μπορεί να αλλάξει στο μέλλον λόγω των πιέσεων της κυβέρνησης της Κίνας για πιο φιλοπεριβαλλοντικές τακτικές των επιχειρήσεων.

Συνεπώς, η Υποσαχάρια Αφρική μπορεί να αναπτυχθεί βασιζόμενη στις ενεργειακές της πηγές και ιδιαίτερα στις ΑΠΕ οι οποίες βρίσκονται διάσπαρτες σε όλα τα σημεία της και στις οποίες το κράτος διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο, αυξημένο σε σχέση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας δίνοντας παράλληλα τη δυνατότητα απεξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα τα οποία σε αρκετές χώρες της περιοχής είναι εισαγόμενα. Αρωγός σε αυτήν την προσπάθεια αναδεικνύεται η Κίνα η οποία βοηθάει τις χώρες να αναπτυχθούν στο πλαίσιο διμερών συνεργασιών και σε αρκετές περιπτώσεις πιο αποδοτικά σε σχέση με τη δυτική βοήθεια λόγω έμφασης στην αποδοτικότητα των επενδύσεων της όπως επίσης και ότι πρόκειται και για μία χώρα που ανήκει στον αναπτυσσόμενο νότο.

ΠΗΓΕΣ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΑ ΒΙΒΛΙΑ

1. Andersen P.K., Ghassemi A., Ghassemi M., “Nuclear Waste” στο Encyclopedia of Energy, Elsevier, επιμ., Cleveland C.J., 2004.
2. Atsegbua L., Aigbokhaevbo V., Crude Oil Production: Its Environmental and Global Market Impact στο Crude Oils Production, Environmental Impact and Global Market Challenges, Valeri C. επιμ., Environmental Health-Physical, Chemical and Biological Factors, Nova Science Pub Inc, 2014.
3. Avery W.I., Wu C., Renewable Energy From the Ocean, Johns Hopkins Applied Laboratory Series in Science and Engineering, 1994.
4. Bauen A., Biomass Gasification στο Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences Encyclopedia of Energy, Volume 1, Elsevier, 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00356-9> Ημ. Εισόδου: 28/8/2016.
5. Cada G., Sale M., Dauble D., Hydropower Environmental Impact, Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Encyclopedia of Energy, 2013. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00420-4> Ημ. Εισόδου:25/8/2016.
6. Carrasco F., Introduction to Hydropower, The English Press, 2011.
7. Charlier R.H., Finkl C.W., Ocean Energy Tide and Tidal Power, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2009.
8. Cheng J., Biomass to Renewable Energy Processes, CRC Press Taylor & Francis, 2010.
9. Coviello M.F., “Barriers, risks and new regulatory schemes for the development of geothermal resources” στο Geothermal Energy Resources for Developing Countries, επιμ., Chandrasekharam D., Bundschuh J., A.A. Balkema Publishers, Swets & Zeitlinger B.V., Lisse, The Netherlands, 2002.
10. Cruz J., Energy Resource Ocean Wave Energy Current Status and Future Perspectives, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2008.
11. De Jong W., van Ommen R., Biomass as Sustainable Energy Source for the Future Fundamentals of Conversion Processes, Wiley-Alche, 2014.
12. Di Pippo R., Geothermal Power Plants Principles, Applications Case Studies and Environmental Impact, Elsevier Ltd., 2012.
13. Dickson M.H., Fanelli M., Geothermal Energy, John Wiley & Sons, 1995.

13. Forsund F.R., Hydropower Economics, International Series In Operations Research & Management Science, Springer US, 2007.
14. Gereffi G., Dubay K., Concentrating Solar Power Clean Energy for the Electric Grid, στο Manufacturing Climate Solutions Carbon-Reducing Technologies and US Jobs, επιμ., Gereffi G., Dubay K., Lowe M., Center on Globalization Governance & Competitiveness, 2008. Διαθέσιμο στο http://www.cggc.duke.edu/environment/climatesolutions/greeneconomy_Fullreport.pdf Ημ. Εισόδου: 17/10/2016.
15. Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 1, Fundamentals and Non-Renewable Resources, Springer Netherlands, 2009.
16. Ghosh T.K., Prelas M.A., Energy Resources and Systems, Volume 2, Renewable Resources, Springer Netherlands, 2011.
17. Glassley W.E., Geothermal Energy Renewable Energy and the Environment, Second Edition, CRC Press, 2014.
18. Heshmati A., Abolhosseini S., Altmann J., The Development of Renewable Energy Sources and its Significance for the Environment, Springer Verlag Singapur, 2015.
19. Holm D., “Renewable Energy in Southern Africa” στο Encyclopedia of Energy, επιμ. Cleveland C.J., Volume 5, Elsevier, 2004. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00366-1> Ημ.Εισόδου: 5/8/2016.
20. Hore-Lacy I., Nuclear Energy in the 21st Century, Academic Press, 2006.
- Jiang J., Sinton J., Overseas Investments by Chinese National Oil Companies Assessing the Drivers and Impacts, IEA Energy Report, OECD Publishing, 2011.
21. Karl T.L., “Oil-Led Development: social, political and economic consequences” στο Encyclopedia of Energy, επιμ., Cleveland C.J., Volume 4, 2007. Διαθέσιμο στο <https://swap.stanford.edu/20141110193621/https://politicalscience.stanford.edu/sites/default/files/documents/KarlEoE.pdf> Ημ. Εισόδου: 20/9/2016.
22. Kelly R.A., Energy Supply and Renewable Resources (Global Issues), Facts on File, 2007.
23. Klaiber B., Holistic and Systemic Approaches to Implement Energy Access Solutions in the Global South, στο Sustainable Access to Energy in the Global South Essential Technologies and Implementation Approaches, επιμ., Hostettler S., Gadgil A., Hazboun E., Springer, 2015.
24. Lee K.C., “Geothermal Power Generation” στο Encyclopedia of Energy, επιμ.,

- Cleveland C.J., 2004. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00347-8> Ημ. Εισόδου:9/8/2016.
25. Letcher T.M., Future Energy Improved, Sustainable and Clean Options for Our Planet, Elsevier, 2008.
26. Lynn P.A., Onshore and Offshore Wind Energy An Introduction, Wiley, London, 2012.
27. Maczulac A., Renewable Energy Sources and Methods, Facts On File, 2010.
28. Marcel V., Mitchell J.V., Oil Titans National Oil Companies in Middle East, Brookings Institution Press, 2006.
29. Michailides E., Alternative Energy Sources, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012.
30. Miller B.C., Clean Coal Engineering Technology, Butterworth Heinemann, 2011.
31. Munoz-Hernandez G.A., Mansour S.P., Jones D.I., Modelling and Controlling Hydropower Plants, Springer Verlag London, 2013.
32. Nayyar D., Catch Up, Developing Countries in the World Economy, Oxford University Press, 2013.
33. Nersesian R.L., Energy for the 21st Century A Comprehensive Guide to Conventional and Alternative Sources, M.E. Sharpe, 2006.
34. Ngo C., Natowich J., Our Energy Future Resources, Alternatives and the Environment, Wiley, 2009.
35. Othieno H., Awange J., Energy Resources in Africa Distribution, Opportunities and Challenges, Springer and International Publishing, 2016.
36. Perry M.B., “Clean Coal Technology” στο Encyclopedia of Energy, επιμ., Cleveland C.J., Elsevier, 2004. Διαθέσιμο στο <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B012176480X002898> Ημ. Εισόδου: 31/7/2016.
37. Petersen E.L., Madsen P.H., “Wind Farms” στο Encyclopedia of Energy, επιμ., Cleveland C.J., Elsevier, 2004. Διαθέσιμο στο <doi:10.1016/B0-12-176480-X/00337-5> Ημ. Εισόδου: 5/8/2016.
38. Pollet B.G., Staffel I., Adamson K.A., The Energy Landscape in the Republic of South Africa, Springer International Publishing, 2016.
39. Razavi H., Financing Energy Projects in Developing Countries, PennWell, 2007.
40. Rogner H.H., “Energy Resources” στο Energy for Development Resources, Technologies, Environment, Environment & Policy, επιμ., Toth F., Videla M.L.,

- Volume 54, Springer Netherlands, 2012.
41. Simelane T., Rahman M.A., Energy Transition in Africa, Africa Institute of South Africa, 2012.
42. Skipka K.J., Theodore L., Energy Resources Availability Management and Environmental Impacts, CRC Press, 2014.
43. Sommers G.L., “Hydropower Water Resource”, στο Encyclopedia of Energy, επιμ., Cleveland C.J., Volume 3, Elsevier Inc., 2004. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00339-9> Ημ. Εισόδου: 25/8/2016.
44. Spelman F.R., Environmental Impacts of Renewable Energy, CRC, Taylor and Francis, 2014.
45. Stober I., Bucher K., Geothermal Energy From Theoretical Models to Exploration and Development, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2013.
46. Urme T., Harries D., Holtorf H.G., Photovoltaics for Rural Electrification in Developing Countries A Road Map, Green Energy and Technology, Springer International Publishing Switzerland, 2016.
47. Valentine S.V., Wind Power Politics and Policy, Oxford University Press, 2015.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΑ ΑΡΘΡΑ

1. Abanda F.H., “Renewable Energy Sources in Cameroon: Potential, Benefits and enabling environment”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 16, Issue 7, 2012. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.04.011> Ημ. Εισόδου: 13/10/2016.
2. Ackerman T., Soder L., Wind energy technology and current status: a review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 4, Elsevier, 2000 σελ.315-374. Διαθέσιμο στο <http://raceadm3.nuca.ie.ufrj.br/buscarace/Docs/tackermann2.pdf> Ημ. Εισόδου: 5/8/2016.
3. Adams M., Osho G., Coleman Q., “The Politics and Political Implications of oil and gas exploration in africa: an analysis of American oil corporations in Nigeria”, International Business & Economics Research Journal, Volume 7, Number 12, 2008. Διαθέσιμο στο <http://cluteinstitute.com/ojs/index.php/IBER/article/view/3319/3367> Ημ. Εισόδου: 23/9/2016.
4. Adisu K., Sharkey T., Okoroafo S.C., “The Impact of Chinese Investment in Africa”, International Journal of Business and Management, Vol.5., No.9, 2010. Διαθέσιμο στο

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.603.8309&rep=rep1&type=pdf> Ημ.Εισόδου:17/10/2016.

5. Akella A.K., Saini R.P., Sharma M.P., “Social economical and environmental impacts of renewable energy systems”, Renewable Energy, Volume 34, Issue 2, 2009.

Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2008.05.002> Ημ. Εισόδου: 20/9/2016.

6. Briscoe J., “The Financing of Hydropower, Irrigation and Water Supply Infrastructure in Developing Countries”, International Journal of Water Resources Development,

15:4, 1999. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1080/07900629948718> Ημ. Εισόδου: 13/9/2016.

7. “Cheng-Hin Lim A., Is China a Neocolonial Power in Africa? –Analysis”, Eurasia Review, 2016. Διαθέσιμο στο <http://www.eurasiareview.com/26042016-is-china-a-neocolonial-power-in-africa-analysis/>

8. Choucri N., Heye C., Lynch M., “Analyzing oil production in developing countries: a case of Egypt”, The Energy Journal, Volume 11, No.3, 1990. Διαθέσιμο στο

<http://web.mit.edu/polisci/nchoucri/publications/articles/C-4-Choucri-Analyzing-Oil-Production-Develop-Countries-Egypt.pdf> Ημ. Εισόδου:

6/9/2016.

9. Diya’uddeen B.H., Wan Daud W.M.A., Abdul Aziz A.R., “Treatment Technologies for petroleum refinery effluents: a review”, Process Safety and Environmental Protection, Volume 89, Issue 2, 2011. Διαθέσιμο στο

<http://dx.doi.org/10.1016/j.psep.2010.11.003> Ημ. Εισόδου: 20/10/2016.

10. Faramawy S., Zaki T., Sakr A.A.–E., “Natural Gas Origin, composition and processing: A review”, Journal of Natural Gas Science and Engineering, Elsevier,

Volume 34, 2016. Διαθέσιμο στο <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875510016304139> Ημ. Εισόδου:

22/7/2016.

11. Karekesi S., “Poverty and Energy in Africa-A brief Review”, Energy Policy, 30, 2002. Διαθέσιμο στο [http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4215\(02\)00047-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00047-2) Ημ. Εισόδου:23/9/2016.

12. King D.A., “Climate Change Science: Adapt, Mitigate, or Ignore?”, Science, Volume 303, Issue 5655, 2004. Διαθέσιμο στο

<http://science.sciencemag.org/content/303/5655/176.full.pdf+html> Ημ. Εισόδου: 22/9/2016.

13. Kiplagat J.K., Wang R.Z., Li T.X., “Renewable energy in Kenya: Resource potential and status of exploitation”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 15, Issue 6, 2011. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2011.03.023>
Ημ. Εισόδου: 10/10/2016.
14. Koch F.C., “Hydropower –the politics of water and energy: Introduction and overview”, *Energy Policy*, 30, 2002. Διαθέσιμο στο [http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4215\(02\)00081-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00081-2).
Ημ. Εισόδου: 25/8/2016.
15. Liu H., Liang X., “Strategy for promoting low-carbon technology transfer to developing countries: The case of CCS”, *Energy Policy*, Volume 39, Issue 6, 2011. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2011.02.051> Ημ.Εισόδου: 24/10/2016.
16. Maiga A.S., κ.ά., “Renewable energy options for a Sahel Country: Mali”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 12, Issue 2, 2008. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2006.07.005> Ημ. Εισόδου: 12/10/2016.
17. Mendelsohn R., Dinar A., “Climate Change, Agriculture and Developing Countries: Does Adaptation Matter?”, *The World Bank Research Observer*, vol. 14, no.2, 1999. Διαθέσιμο στο <http://wbro.oxfordjournals.org/content/14/2/277.full.pdf+html> Ημ. Εισόδου: 22/9/2016.
18. Mertz O., Halsnes K., Olesen J.E., “Adaptation to Climate Change in Developing Countries, *Environmental Management*”, Springer Science+ Business Media Ltd, Volume 43, Issue 5, 2009. Διαθέσιμο στο <http://link.springer.com/article/10.1007/s00267-008-9259-3> Ημ. Εισόδου: 17/10/2016.
19. Neil Adger W., κ.ά., “Adaptation to climate change in the developing world”, *Progress in Development Studies*, 3,3, 2002. Διαθέσιμο στο <http://pdj.sagepub.com/content/3/3/179.full.pdf+html> Ημ. Εισόδου: 22/9/2016.
20. Paish O., “Small hydro power: technology and current status”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 6, Issue 6, 2002. Διαθέσιμο στο [http://dx.doi.org/10.1016/S1364-0321\(02\)00006-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1364-0321(02)00006-0). Ημ. Εισόδου: 25/8/2016.
21. Patey L.A., “State rules Oil Companies and armed conflict in Sudan”, *Third World Quarterly*, Routledge Taylor & Francis Group, 28:5. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1080/01436590701371728> Ημ. Εισόδου: 29/9/2016.
22. Pelc R., Fujita R.M., “Renewable Energy from the Ocean”, *Marine Policy*,

- Volume 26, Issue 6, Elsevier, 2002. Διαθέσιμο στο [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-597X\(02\)00045-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-597X(02)00045-3) Ημ. Εισόδου: 7/8/2016.
23. Profant T., “French Geopolitics in Africa: From Neocolonialism to Identity”, Perspectives, Vol.18, No.1, Perspectives, Institute of International Relations, NGO, 2010. Διαθέσιμο στο https://www.jstor.org/stable/23616077?seq=1#fndtn-page_scan_tab_contents Ημ. Εισόδου: 15/10/2016.
24. Ramsay W., “Biomass energy in developing countries”, Energy Policy, Butterworth & Co Publishers, Ltd, Volume 13, Issue 4, 1985. Διαθέσιμο στο <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0301421585900254> Ημ. Εισόδου: 18/9/2016.
25. Rehman S., Al-Hadhrami L.M., Alam M.M., “Pumped hydro energy storage system: A technological review”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 44, 2015. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.12.040> Ημ. Εισόδου:25/8/2016.
26. Sesto E., Casale C., “Exploitation of wind as an energy source to meet the world’s electricity demand”, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Volumes 74-76, Elsevier, 1998. Διαθέσιμο στο [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-6105\(98\)00034-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-6105(98)00034-8) Ημ.Εισόδου:5/8/2016.
27. Shinn D.H., “The Environmental Impact of China’s Investment in Africa”, Cornell International Law Journal, Vol.49, 2016. Διαθέσιμο στο <http://www.lawschool.cornell.edu/research/ILJ/upload/Shinn-final.pdf> Ημ. Εισόδου: 17/10/2016.
28. Stern N., “What is the economics of climate change”, World Economics, Vol.7, No.2, 2006. Διαθέσιμο στο https://www.humphreyfellowship.org/system/files/stern_summary_what_is_the_economics_of_climate_change.pdf Ημ.Εισόδου:22/9/2016.
29. Taliotis C., κ.ά., “Grand Inga to power Africa: Hydropower Development scenarios to 2035”, Energy Strategy Reviews, Volume 4, 2014. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.esr.2014.01.001> Ημ.Εισόδου:13/10/2016.
30. Williams O., “Nuclear Energy in South Africa: An Opportunity for Greater Energy Efficiency and Energy Security”, Eras Journal, Volume 16, Number 2, 2015. Διαθέσιμο στο <http://artsonline.monash.edu.au/eras/files/2015/01/Eras-162-06-Williams-Nuclear-Energy-in-South-Africa.pdf> Ημ.Εισόδου:25/9/2016.
31. Zeng M., κ.ά., “Nuclear Energy in the Post Fukushima Era: Research on the

developments of the Chinese and worldwide nuclear power industries”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier Ltd, Volume 58, 2016. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.165> Ημ. Εισόδου: 8/9/2016.

15. Zeng M., κ.ά., “Review of nuclear power development in China: Environmental analysis, historical stages, development status, problems and countermeasures”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier Ltd, Volume 59, 2016. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.045> Ημ. Εισόδου: 8/9/2016.

ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ

1. Ρουμελιώτης Π., Προς έναν Πολυπολικό Κόσμο, Εκδόσεις Λιβάνη, Αθήνα, 2009.
2. Τσάλτας Γ.Ι., Αναπτυξιακό φαινόμενο και Τρίτος Κόσμος Πολιτικές και Διεθνές Δίκαιο της Ανάπτυξης, Εκδόσεις Παπαζήση, 2010.
3. Τσάλτας Γ.Ι., επιμ., Αφρική και Ανάπτυξη, Η Τελευταία Παγκόσμια-Ευκαιρία, Εκδόσεις Ι. Σιδέρης, 2003.
4. Τσάλτας Γ.Ι., κ.ά., επιμ., Τσάλτας Γ., Η Γεωγραφία στις Διεθνείς Σπουδές, Εκδόσεις Ι. Σιδέρης, 2011.

ΗΜΕΡΗΣΙΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ

1. Συγκεντρωτική Ηλιακή Ενέργεια (CSP): η λύση στον γρίφο των ΑΠΕ, 2015. Διαθέσιμο στο <http://www.econews.gr/2015/09/03/sugkentrotiki-iliaki-csp-124801/>
2. Φωτοβολταϊκό πάρκο 85 μεγαβάτ στη Νότια Αφρική με thin film, 2014. Διαθέσιμο στο <http://energypress.gr/news/fotovoltaiko-parko-85-megavat-sti-notia-afriki-me-thin-film> Ημ. Εισόδου: 11/10/2016.

ΕΚΘΕΣΕΙΣ – ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Banks J.P., Key Sub-Saharan Energy Trends and their Importance for the US στο Top Five Reasons why Africa should be a Priority for the United States, επιμ., Banks J.P., Ingram G., Kimenyi M., Rucker S., Schneidman W., Sun Y., Warner L.A., African Growth Initiative at Brookings, 2013. Διαθέσιμο στο https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/04_africa_priority_united_states.pdf Ημ. Εισόδου: 29/9/2016.
2. Benin/Togo Nagbeto Hydroelectric Dam Project Performance Evaluation Report (PPER), African Development Bank Operation Evaluation Department (OPEV),

1995. Διαθέσιμο στο <https://www.climate-eval.org/sites/default/files/evaluations/213%20Benin%20Togo%20Nangbeto%20Hydroelectric%20Dam.pdf> Ημ. Εισόδου: 12/10/2016.
3. Binger A., “Potential and Future Prospects for Ocean and Thermal Energy Conversion (OTEC) In Small Islands Developing States (SIDS)”, Small Islands Developing States Network, Unesco, 2004. Διαθέσιμο στο https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Binger_2004.pdf Ημ. Εισόδου: 18/9/2016.
4. Biomass Technology in Uganda: The Unexploited Energy Potential. Ministry of Finance, Planning and Economic Development, 2015. (σελ.1-5) Διαθέσιμο στο <http://www.finance.go.ug/dmdocuments/BMAU%20Briefing%20Paper%205%20-%20Biomass%20Technology%20in%20Uganda%20-%20The%20Unexploited%20Energy%20Potential.pdf> Ημ. Εισόδου 11/10/2016.
5. Birol F., Africa Energy Outlook A Focus on Energy Prospects in Sub Saharan Africa, World Energy Outlook Special Report, International Energy Agency, 2014. Διαθέσιμο στο https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2014_AfricaEnergyOutlook.pdf Ημ. Εισόδου: 22/9/2016.
6. BP Energy Outlook, Country and regional insights – Asia, Pacific, 2016. Διαθέσιμο στο <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016-regional-insights-asia-pacific.pdf> Ημ. Εισόδου: 18/10/2016.
7. BP Energy Outlook, Country and regional insights – Middle East, 2016. Διαθέσιμο στο <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook-2035/country-and-regional-insights/middle-east-insights.html> Ημ. Εισόδου: 15/8/2016.
8. BP Energy Outlook, Country and regional insights - EU, 2016. Διαθέσιμο στο <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016-regional-insights-european-union.pdf> Ημ. Εισόδου: 15/8/2016.
9. BP Energy Outlook, Country and regional insights – Africa, 2016. Διαθέσιμο στο <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016-regional-insights-africa.pdf> Ημ. Εισόδου: 15/8/2016.
10. BP statistical Review of World Energy, full report, 2016, σελ.42. Διαθέσιμο στο <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review->

[2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf](#) Ημ. Εισόδου: 9/8/2016.

11. Case Studies in Sustainable Development in the Coal Industry, Coal Industry Advisory Board, International Energy Agency (IEA), 2006. Διαθέσιμο στο https://www.iea.org/ciab/papers/CIAB_Case_Studies_2006.pdf Ημ. Εισόδου: 7/9/2016.

12. Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and adaptation in Developing Countries, United Nations Framework Convention on Climate Change, 2007. Διαθέσιμο στο <https://unfccc.int/resource/docs/publications/impacts.pdf> Ημ. Εισόδου: 17/10/2016.

13. Coal-Energy for Sustainable Development, World Coal Association, 2012. Διαθέσιμο στο <https://sustainabledevelopment.un.org/getWSDoc.php?id=996> Ημ. Εισόδου: 24/9/2016.

14. Corkin L., The Strategic Entry of China's Emerging Multinationals in Africa, China Report 43,3, 2007. Διαθέσιμο στο <http://chr.sagepub.com/content/43/3/309.full.pdf> Ημ. Εισόδου: 16/10/2016.

15. Dutschke M., Kapp G., Lehmann A., Schafer V., Risk and Chances of Combined Forestry and Biomass Projects under the Clean Development Mechanism, Unep Riso Centre Energy Climate and Sustainable Development, CD4CDM Working Paper Series, Working Paper No.1, Hamburg Institute of International Economics, 2006. Διαθέσιμο στο <http://www.unclearn.org/sites/default/files/inventory/unep73.pdf> Ημ.Εισόδου:18/9/2016.

16. Eberhard A., κ.ά., Africa Infrastructure Country Diagnostic Underpowered: The State of the Power Sector in Sub-Saharan Africa, 2008. Διαθέσιμο στο <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/7833/482140ESW0P11110Power0Sector0Review.pdf?sequence=1> Ημ. Εισόδου: 23/9/2016.

17. Elsobki M., Wooders P., Sherif Y., Clean Investment in Developing Countries: Case of Egypt, Trade Investment and Climate Change Series, International Institute for Sustainable Development, 2009. Διαθέσιμο στο https://www.iisd.org/pdf/2009/bali_2_copenhagen_egypt_wind.pdf Ημ.Εισόδου: 10/9/2016.

18. Energy in sub-Saharan Africa today, World Energy Outlook Factsheet, International Energy Agency, 2014, σελ.1. Διαθέσιμο στο http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/africa/Fact_sheet_II_Africa_outlook_to_2040.pdf Ημ. Εισόδου: 23/9/2016.

19. Joubert J.R., van Niekerk J.L., South African Wave Energy Resource Data, A Case Study, Centre for Renewable and Sustainable Energy Studies, 2013. Διαθέσιμο στο http://www.crses.sun.ac.za/files/research/publications/technical-reports/SANEDI%28WaveEnergyResource%29_edited_v2.pdf. Ημ.Εισόδου: 8/10/2016.
20. Laue H.J., Bennett L.L., Skjoeldebrand R., Nuclear Power in Developing Countries, IAEA Bulletin Vol.26, No.1 Διαθέσιμο στο <https://www.iaea.org/sites/default/files/26105380308.pdf> Ημ. Εισόδου: 8/9/2016.
21. Liu H., Maserà D., Esser L., World Small Hydropower Development Report Western Africa, UNIDO and ICSHP, 2013. Διαθέσιμο στο http://www.smallhydropower.org/fileadmin/user_upload/pdf/Regional_Reports/WSH_PDR_2013_Western_Africa.pdf Ημ.Εισόδου: 11/10/2016.
22. Micale V., Oliver P., Lessons on the Role of Public Finance in Deploying Geothermal Energy in Developing Countries, A San Giorgio Group Report, Climate Policy Initiative, 2015. Διαθέσιμο στο <http://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2015/08/Lessons-on-the-Role-of-Public-Finance-in-Deploying-Geothermal-Energy-in-Developing-Countries-Full-Report.pdf> Ημ. Εισόδου:15/9/2016.
23. Mineral resources and development in Africa, Strategic Guideline Document, 2010. Διαθέσιμο στο http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/IMG/pdf/mineral_resources_DOS_2010.pdf Ημ. Εισόδου: 22/9/2016.
24. National Adaptation Programmes of Action (NAPAs). Διαθέσιμο στο http://unfccc.int/national_reports/napa/items/2719.php.
25. Nuclear Power In Developing Countries, International Atomic Energy Agency https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC50/GC50InfDocuments/English/gc50inf-3-att3_en.pdf Ημ. Εισόδου: 8/9/2016.
26. Oil and Gas in Africa, African Development Bank and the African Union, Oxford University Press, 2009, σελ.47-48. Διαθέσιμο στο <http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Publications/Oil%20and%20Gas%20in%20Africa.pdf> Ημ. Εισόδου: 23/9/2016.
27. Oil and Natural Gas in Sub-Saharan Africa, US Energy Information Administration, Independent Energy Agency, 2013, σελ.14. Διαθέσιμο στο

http://www.eia.gov/pressroom/presentations/howard_08012013.pdf Ημ. Εισόδου: 28/5/2016.

28. Petrou B., “Promoting Investment for Natural Gas Exploration and Production in Developing Countries”, Industry and Energy Department, Working Paper, Energy Series Paper No.10, The World Bank Industry and Energy Department, PPR, Washington D.C., World Bank, 1989. Διαθέσιμο στο <http://documents.worldbank.org/curated/en/799861468740664447/pdf/multi-page.pdf> Ημ. Εισόδου: 5/9/2016.

29. Rama M., κ.ά., Development of Namibian Energy Sector, Research Report VTT-R-07599-13, 2014. Διαθέσιμο στο <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2013/vtt-r-07599-13.pdf> Ημ. Εισόδου: 8/10/2016.

30. Van Kooten G.C., Timilsina G.R., Wind Power Development Economics and Policies, Policy Research Working Paper 4868, The World Bank Development Research Group Environment and Energy Team, 2009. Διαθέσιμο στο <http://documents.banquemondiale.org/curated/fr/705351468149669645/pdf/WPS4868.pdf> Ημ. Εισόδου: 10/9/2016.

31. Watson J., κ.ά., Technology and carbon mitigation in developing countries: Are cleaner coal technologies a viable option? Background Paper for Human Development Report, 2007. Διαθέσιμο στο http://hdr.undp.org/sites/default/files/watson_mackerron_ockwell_wang.pdf Ημ. Εισόδου: 8/9/2016.

ΆΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ

1. “Coal Resource, Reserve and Quality Assesments” στο Coal: Research and Development to Support National Energy Policy, Committee on Coal Research, Technology, Resource Assesments to Inform Energy Policy; Board on Earth Sciences and Resources; Division on Earth and Life Studies; National Research Council, The National Academies Press, 2007. Διαθέσιμο στο <https://www.nap.edu/read/11977/chapter/5> Ημ. Εισόδου: 29/7/2016.

2. Africa’s largest solar (PV) power plant, 2015. Διαθέσιμο στο <http://www.blue-energyco.com/africas-largest-solar-pv-power-plant/>.

3. Alden C., Davies M., “Chinese Multinationals Corporations in Africa”, Volume 13, Issue 1, 2006. Διαθέσιμο στο http://www.cctr.ust.hk/materials/conference/china-africa/papers/Chris_Alden_Chinese_Multinational_Corporations.pdf Ημ. Εισόδου:

23/9/2016.

4. Cameroon and Renewable Energy, Country at -a- glance. Διαθέσιμο στο <https://www.laurea.fi/en/document/Documents/Cameroon%20Fact%20Sheet.pdf>.

Ημ.Εισόδου: 13/10/2016.

5. Cameroon Oil and Gas, Freshfields Bruckhaus Deringer, 2013. Διαθέσιμο στο http://www.freshfields.com/uploadedFiles/SiteWide/News_Room/Insight/Africa_ENR/Cameroon/Cameroon%20oil%20and%20gas.pdf. Ημ. Εισόδου: 28/9/2016.

6. Davidson J., The Transformation and Sustainable Development of small-scale mining enterprises in developing countries, Natural Resources Forum, Buuterworth-Heinemann Ltd, 1993. Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1477-8947.1993.tb00192.x/epdf>

Ημ.Εισόδου:7/9/2016.

7. Fitzgerald T., “Oil and Gas Leasing”, Montana State University, MT201209HR New 10/12, 2012. Διαθέσιμο στο <http://store.msuextension.org/publications/OutdoorsEnvironmentandWildlife/MT201209HR.pdf> Ημ.Εισόδου: 26/7/2016.

8. Lazarus A.A., Multinational Corporations, International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, Elsevier Science Ltd, 2001. Διαθέσιμο στο https://www0.gsb.columbia.edu/faculty/bkogut/files/Chapter_in_smelser-Baltes_2001.pdf Ημ. Εισόδου: 14/10/2016.

9. Ngugi N.K., Financing the Kenya Geothermal Vision, 2012. Διαθέσιμο στο http://www.grmf-eastafrica.org/database/ngugi2012_financing_the_kenya_geothermal_vision.pdf.

Ημ.Εισόδου: 9/10/2016.

10. Nieuwenhout F.D.J., κ.ά., “Experience with Solar Home System in Developing Countries: A Review, Progress in Photovoltaics: Research and Applications”, Broader Perspectives, John Wiley & Sons, 2001. Διαθέσιμο στο <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pip.392/epdf> Ημ. Εισόδου: 13/9/2016.

11. Nigerian National Petroleum Corporation. <http://www.referenceforbusiness.com/history/Mi-Nu/Nigerian-National-Petroleum-Corporation.html>.

12. Obi C., “Oiling neocolonialism and conflict? The implications of China’s engagements with African petro-states for peace and development”, Social Science Research Council, 2014. Διαθέσιμο στο <http://china-africa.ssrc.org/wp->

- [content/uploads/2014/12/Obi-Final.pdf](#) Ημ. Εισόδου: 23/9/2016.
13. Rovani Y., Energy Investment in Developing Countries, IAEA Bulletin, Volume 24, No.4. Διαθέσιμο στο <https://www.iaea.org/sites/default/files/24404082427.pdf> Ημ. Εισόδου: 2/9/2016.
14. Schmidt S., Coal deposits of South Africa- the future of coal mining in South Africa, 2008. Διαθέσιμο στο http://www.geo.tu-freiberg.de/oberseminar/os07_08/stephan_Schmidt.pdf Ημ. Εισόδου: 25/9/2016.
15. South Africa and Renewable Energy, Country at –a – glance. Διαθέσιμο στο <https://www.laurea.fi/en/document/Documents/South%20Africa%20Fact%20Sheet.pdf>. Ημ. Εισόδου: 8/10/2016.
16. Status of Geothermal Exploration in Kenya and Future Plans for its Development, 2011. Διαθέσιμο στο http://www.grmf-eastafrika.org/database/simiyu_2010_status_of_geothermal_exploration_in_kenya_and_future_plans_for_its_development.pdf . Ημ. Εισόδου: 9/10/2016.
17. “Sub-Saharan Africa” στο New World Encyclopedia. Διαθέσιμο στο http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Sub-Saharan_Africa.
18. The Petroleum Industry Bill, Nigerian National Petroleum Corporation, 2008. Διαθέσιμο στο <http://www.nnpcgroup.com/PetroleumIndustryBill.aspx>.
19. Mission, Petroci-Holding Société nationale d’ opérations pétrolières de Côte d’Ivoire. Διαθέσιμο στο <http://www.petroci.ci/index.php?numlien=12>.
20. Teklemariam M., Overview of Geothermal Resource Utilisation and Potential In the East African Rift System, United Nations University Geothermal Training Programme, 2008. Διαθέσιμο στο http://www.os.is/gogn/flytja/JHS-Skjol/Kenya%202008/Papers%202008/40_Teklemariam.pdf Ημ. Εισόδου: 9/10/2016.
21. Zhang Z.X., China’s Hunt for Oil in Africa Perspective, Tianjin University, 2006. Διαθέσιμο στο https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=939076 Ημ. Εισόδου: 14/10/2016.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΧΩΡΕΣ ΥΠΟΣΑΧΑΡΙΑΣ ΑΦΡΙΚΗΣ

ΧΩΡΑ	ΠΡΩΤΕΥΟΥΣΑ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΔΕΙΚΤΗΣ HDI³²⁴	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΑΡΧΙΚΗ (Petajoules)	ΠΑΡΟΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΚΕΦΑΛΗΝ (Gigajoules)
Αγκόλα	Λουάντα	Κεντρική Αφρική	0,532	4067	27,0
Αιθιοπία	Αντίς Αμπέμπα	Ανατολική Αφρική	0,442	1285	15,0
Ακτή του Ελεφαντοστού	Γιαμουσσουκρό	Δυτική Αφρική	0,462	527	25,0
Γκάμπια	Μπανζούλ	Δυτική Αφρική	0,441	7	7,0
Γκαμπόν	Λιμπρβίλ	Κεντρική Αφρική	0,648	569	60,0
Γκάνα	Άκκρα	Δυτική Αφρική	0,579	351	12,0
Γουινέα	Κονακρί	Δυτική Αφρική	0,411	113	12,0
Γουινέα- Μπισάου	Μπισάου	Δυτική Αφρική	0,42	25	17,0
Ερυθραία	Ασμάρα	Ανατολική Αφρική	0,391	27	7,0
Ισημερινή Γουινέα	Μαλάμπο	Κεντρική Αφρική	0,587	848	91,0
Ζάμπια	Λουσάκα	Ανατολική Αφρική	0,586	362	26,0
Ζιμπάμπουε	Χαράρε	Ανατολική Αφρική	0,509	422	32,0
Καμερούν	Γιαουντέ	Κεντρική Αφρική	0,512	376	14,0
Κεντροαφρικα νική	Μπανγκί	Κεντρική Αφρική	0,35	19	5,0

³²⁴ Human Development Index: Προκύπτει από τον υπολογισμό του ΑΕΠ, της εκπαίδευσης και της υγείας και προσδιορίζει το επίπεδο ανάπτυξης μιας χώρας. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>

Δημοκρατία					
Κένυα	Ναϊρόμπι	Ανατολική Αφρική	0,548	719	20,0
Κομόρες	Μορονί	Ανατολική Αφρική	0,503	3	7,0
Κογκό	Μπραζαβίλ	Κεντρική Αφρική	Μη Διαθέσιμα Στοιχεία	619	23,0
Λαϊκή Δημοκρατία Κογκό	Κινσάσα	Κεντρική Αφρική	0,433	906	12,0
Λεσόθο	Μαζέρου	Νότια Αφρική	0,497	21	23,0
Λιβερία	Μονρόβια	Δυτική Αφρική	0,43	71	19,0
Μαδαγασκάρη	Ανταναναρίβο	Ανατολική Αφρική	0,51	127	7,0
Μαλάουι	Λιλόγκουε	Ανατολική Αφρική	0,445	87	6,0
Μάλι	Μπαμάκο	Δυτική Αφρική	0,419	53	4,0
Μαυρίκιος	Πορ-Λουί	Ανατολική Αφρική	0,777	9	46,0
Μαυριτανία	Νουακσότ	Δυτική Αφρική	0,506	31	13,0
Μοζαμβίκη	Μαπούτο	Ανατολική Αφρική	0,416	734	18,0
Μπενίν	Πόρτο-Νόβο	Δυτική Αφρική	0,48	94	16,0
Μποτσουάνα	Γκαμπορόνε	Νότια Αφρική	0,698	42	39,0
Μπουρκίνα Φάσο	Ουαγκαντουγκού	Δυτική Αφρική	0,402	123	10,0
Μπουρούντι	Μπουζουμπούρα	Ανατολική Αφρική	0,4	54	6,0
Ναμίμπια	Βίντχουκ	Νότια	0,628	15	27,0

		Αφρική			
Νίγηρας	Νιαμέυ	Δυτική Αφρική	0,348	101	5,0
Νιγηρία	Αμπούζα	Δυτική Αφρική	0,514	10668	32,0
Δημοκρατία της Νότιας Αφρικής	Πρετόρια	Νότια Αφρική	0,666	6999	119,0
Ουγκάντα	Καμπάλα	Ανατολική Αφρική	0,483	398	12,0
Πράσινο Ακρωτήρι	Πράια	Δυτική Αφρική	0,646	Μη Διαθέσιμα Στοιχεία	Μη Διαθέσιμα Στοιχεία
Ρουάντα	Κιγκάλι	Ανατολική Αφρική	0,483	83	9,0
Σάο Τομέ και Πρινσίπε	Σάο Τομέ	Κεντρική Αφρική	0,555	1	14,0
Σενεγάλη	Ντακάρ	Δυτική Αφρική	0,466	75	11,0
Σεϋχέλλες	Βικτώρια	Ανατολική Αφρική	0,772	0	94,0
Σιέρα Λεόνε	Φριτάουν	Δυτική Αφρική	0,413	52	11,0
Σομαλία	Μογκαντίσου	Ανατολική Αφρική	Μη Διαθέσιμα Στοιχεία	125	12,0
Σουαζιλάνδη	Μπαμπάνε	Νότια Αφρική	0,531	38	39,0
Σουδάν	Χαρτούμ	Ανατολική Αφρική	0,479	672	16,0
Νότιο Σουδάν	Τζούμπα	Ανατολική Αφρική	0,467	Μη Διαθέσιμα Στοιχεία	Μη Διαθέσιμα Στοιχεία
Τανζανία	Ντοντόμα	Ανατολική Αφρική	0,521	889	20,0
Τζιμπουτί	Τζιμπουτί	Ανατολική Αφρική	0,470	3	13,0
Τόγκο	Λομέ	Δυτική	0,484	108	19,0

		Αφρική			
Τσάντ	Ντζαμένα	Κεντρική Αφρική	0,392	275	6,0

³²⁵

³²⁵ Πηγή: <http://www.un.org/en/member-states/>