ΤΡΑΠΕΖΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΕΥΡΩΣΥΣΤΗΜΑ

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

ΔΗΜΗΤΡΗΣ Γ. ΔΑΜΙΓΟΣ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2011

Ε. Βενιζέλου 21, 102 50 Αθήνα
Τηλ. 210 – 320.2850, 1 Fax. 210 – 320.2513
e-mail: climatechange@bankofgreece.gr S.W.I.F.T.: BNGRGRAA

ΤΡΑΠΕΖΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΕΥΡΩΣΥΣΤΗΜΑ

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1 Εισαγωγή....1
2 Ελληνική εξορυκτική βιομηχανία....2
3 Κλιματική αλλαγή και ελληνική εξορυκτική βιομηχανία....7
3.1 Μεθοδολογική προσέγγιση....7
3.2 Εκτιμώμενες επιπτώσεις....9
3.2.1 Άμεσες επιπτώσεις....10
3.2.2 Έμμεσες επιπτώσεις....19
3.3 Αποτίμηση επιπτώσεων....21
3.3.1 Άμεσες επιπτώσεις....21
3.3.2 Έμμεσες επιπτώσεις....24
3.3.3 Εκτίμηση της συνολικής οικονομικής ζημιάς....25
4 Προσαρμογή και μετριασμός επιπτώσεων....27

1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια επιστημονικές έρευνες αναδεικνύουν τις αλλαγές που συντελούνται στο κλίμα, παγκοσμίως, ως αποτέλεσμα φυσικών διεργασιών αλλά και ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Αυτές οι αλλαγές αναμένεται να έχουν, σε κάποιες περιπτώσεις, δραματικές οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις (IPCC, 2007). Ειδικά οι οικονομικές δραστηριότητες που σχετίζονται με τους φυσικούς πόρους, λόγω της άμεσης εξάρτησής τους από το φυσικό περιβάλλον, θα έρθουν αντιμέτωπες με ένα φάσμα προκλήσεων και προβλημάτων (π.χ. Ford et al., 2010 & 2011, Sauchyn & Kulshreshtha, 2008).

Μεταξύ των δραστηριοτήτων αυτών συμπεριλαμβάνεται η εξορυκτική βιομηχανία. Πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι ήδη οι εξορυκτικές δραστηριότητες υφίστανται τις επιπτώσεις των αλλαγών του κλίματος (Ford et al., 2010 & 2011), οι οποίες σε κάποιες περιπτώσεις έχουν σημαντικό οικονομικό αντίκτυπο. Για παράδειγμα, το 2006 εκτιμήθηκε ότι το αδαμαντωρυχείο Diavik, το οποίο βρίσκεται στον Καναδά (North Territories), είχε ένα επιπρόσθετο μεταφορικό κόστος $11,25 εκατομμυρίων, αφού αναγκάστηκε να καταναλώσει 15 εκατομμύρια lt καυσίμου για αεροπορικές μεταφορές εφοδίων, λόγω πρόωρου κλεισίματος των δρόμων πάγου που χρησιμοποιούνται για οδική μεταφορά (Pearce et al., 2009).

Μια αύξηση της έντασης και της συχνότητας ακραίων φαινομένων εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, όπως π.χ. πλημμύρες, δασικές πυρκαγιές, ασυνήθιστες υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες, κ.ά., θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο τη βιωσιμότητα των βιομηχανιών του εξορυκτικού κλάδου. Είναι επομένως μείζονος σημασίας ζήτημα να γίνει κατανοητό από όλα τα εμπλεκόμενα μέρη (επιχειρήσεις, Πολιτεία, κοινωνία) ότι η εξορυκτική δραστηριότητα θα βρεθεί εκτεθειμένη σε διάφορους οικονομικούς και άλλους κινδύνους λόγω της μεταβολής του κλίματος. Ενεργειακοί φόροι θα επηρεάσουν τόσο το κόστος παραγωγής όσο και τον όγκο κάποιων δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τα ενεργειακά ορυκτά, το νομοθετικό πλαίσιο μπορεί να γίνει πιο αυστηρό τόσο ως προς τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου όσο και ως προς τα όρια διάθεσης αέριων ή υγρών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες, οι συντελεστές ασφάλειας στο σχεδιασμό μεταλλευτικών και συνοδών έργων (π.χ. χώρων απόθεσης) ενδεχομένως θα γίνουν πιο αυστηροί, εσωτερικά και εξωτερικά δίκτυα μεταφοράς των προϊόντων εξόρυξης μπορεί να υφίστανται συχνότερα ζημιές επιβαρύνοντας το κόστος λειτουργίας, κ.ά.

Η μέχρι σήμερα ανταπόκριση της εξορυκτικής βιομηχανίας, σε διεθνές επίπεδο, δεν φαίνεται να είναι αντίστοιχη των δυνητικών επιπτώσεων αν και ο διεθνής οργανισμός International Council on Mining and Metals αναγνωρίζει τη σημασία του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής και έχει καλέσει στη λήψη μέτρων. Επίσης, ο σύνδεσμος των Καναδικών μεταλλευτικών επιχειρήσεων (Mining Association of Canada) έχει επισήμως δηλώσει ότι λαμβάνει πολύ σοβαρά υπόψη του τα ζητήματα που

σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Ωστόσο, σε πρόσφατη έρευνα των Ford et al. (2010) διαπιστώθηκε ότι λιγότερο από το 50% των Καναδικών μεταλλευτικών επιχειρήσεων λαμβάνει μέτρα για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων από την κλιματική αλλαγή, αν και το 50% περίπου δηλώνει ότι ήδη επηρεάζεται από αυτή και παρά το γεγονός ότι το 60% περίπου εκτιμά πως στο μέλλον οι επιπτώσεις θα είναι αρνητικές για την εξορυκτική βιομηχανία.

Στο παρόν κεφάλαιο επιχειρείται να εκτιμηθούν και να αποτιμηθούν, με τις παραδοχές και τους περιορισμούς που περιγράφονται, οι επιπτώσεις της κλιματικής στην ελληνική εξορυκτική βιομηχανία.

2 Ελληνική εξορυκτική βιομηχανία

Η συμβολή του εξορυκτικού κλάδου στο ΑΕΠ της χώρας, σε σχέση με το παρελθόν, έχει μειωθεί σημαντικά και ανέρχεται σε ένα ποσοστό μεταξύ 3-5%, λαμβάνοντας υπόψη και το μεταποιητικό τομέα των ορυκτών υλών (Τζεφέρης, 2009). Εντούτοις, υπάρχουν σοβαρές προοπτικές βελτίωσης, αφού ένας μεγάλος αριθμός κοιτασμάτων που περιλαμβάνει βιομηχανικά ορυκτά, διακοσμητικούς λίθους, μεταλλεύματα και ενεργειακά ορυκτά, παραμένουν ανεκμετάλλευτα.

Η χώρα διαθέτει σημαντικό ορυκτό πλούτο και, παρά τη μείωση των παραγωγικών και οικονομικών μεγεθών του κλάδου τα τελευταία χρόνια, εμφανίζει αξιοσημείωτες επιδόσεις αφού είναι η δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγός λιγνίτη στην Ε.Ε. και η πέμπτη παγκοσμίως, η μεγαλύτερη παραγωγός περλίτη παγκοσμίως, η πρώτη σε μέγεθος παραγωγός μπεντονίτη στην Ε.Ε. και η δεύτερη παγκοσμίως η πρώτη σε μέγεθος παραγωγός βωξίτη στην Ε.Ε., η πρώτη χώρα σε εξαγωγές λευκόλιθου – μαγνησίας στην Ε.Ε. και η μοναδική χώρα παραγωγής χουντίτη. Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι, αποτελεί μία από τις ηγετικές χώρες, σε παγκόσμιο επίπεδο, στην παραγωγή μαρμάρου, ενώ διαθέτει και σημαντικά κοιτάσματα χρυσού (και άλλων ορυκτών υλών), καθώς και σημαντικότατο γεωθερμικό δυναμικό.

Στον Πίνακα 1 που ακολουθεί παρατίθενται οι συνολικές παραγωγές εξορυκτικών προϊόντων, σε ετήσια βάση, για τα έτη 2004-2009, βάσει στοιχείων του Συνδέσμου Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων (ΣΜΕ, 2010).

Πίνακας 1. Παραγωγή μεταλλευμάτων, βιομηχανικών ορυκτών, προϊόντων μηχανικής κατεργασίας - εμπλουτισμού - μεταλλουργίας και μαρμάρων (σε χιλ. τόνους)

ΠΡΟΪΟΝ	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1. Αλουμίνα ένυδρη	786	782	780	789	807,5	796
2. Αλουμίνιο	166	165	164,5	168	162,3	129
3. Ανθρακικό ασβέστιο-Τάλκης- Δολομίτης κατ.	181	200	250	350	500	600
4. Ασβεστολιθικά αδρανή	-	90.000	100.000	90.000	85.000	70.000
5. Άστριοι (Τελικά προϊόντα)	79	99	56	38	35,7	27,12
6. Ατταπουλγίτης	4	7	7	7	25	28
7. Βωξίτης	2.444	2.495	2.194	2.128	2.174	1.935
8. Γύψος	912	915	900	940	900	580
9. Δίπυρος μαγνησία	46	67	51	42	46,7	22,37
10. Καολίνης	44	44	40	40	-	-
11. Καυστική μαγνησία	86	73	69	72	70,5	57,5
12. Κίσσηρις	835	852	801	838	828	381
13. Λευκόλιθος	413	410	373	340	396,5	326,3
14. Λιγνίτης	71.900	69.064	64.100	66.100	65.000	64.000
15. Μάρμαρα προϊόντα από εξόρυξη	1.738	1.500	1.790	1.690	1.500*	950*
16. Μάρμαρα όγκοι	362	398	420	440	430	300*
17. Μικτά θειούχα μεταλλεύματα	-	-	180	214	272	231
18. Μικτά θειούχα συμπυκνώματα	-	-	69	144	82	60
19. Μπεντονίτης (ορυκτός)	1.100	1.125	1.166	1.342	1.580	750
20. Μπεντονίτης ενεργοποιημένος	856	880	962	1.113	1.262,8	850
21. Νικέλιο (περιεχ. σε κράμα)	18	19	18	18,67	16,6	8,3
22. Νικελιούχα σιδ/μεταλλεύματα	2.485	2.776	2.320	2.367	2.262	1.398
23. Ολιβίνης			35	40	40	33,3
24. Περλίτης (ορυκτός)	1.067	1.075	1.049	1.100	1.000	700
25. Περλίτης κατεργασμένος	630	600	700	650	600	450
26. Ποζολάνη	1.268	1.459	1.525	1.520	1.059	830
27. Πυρίμαχες μάζες	24	26	30	31	22,6	31,6
28. Πυριτικό	93	113	110	52	52,5	38
29. Χαλαζίας – χαλαζιακά προϊόντα	16	15	14	15	16,2	14,3
30. Χουντίτης – Υδρομαγνησίτης	13	9	25,7	15	19,6	10

* Εκτίμηση (Πηγή: ΣΜΕ, 2010)

Ο εξορυκτικός κλάδος θεωρείται εθνικής σημασίας, δεδομένου ότι συμβάλλει:

- στην εξισορρόπηση του εμπορικού ισοζυγίου λόγω του έντονου εξαγωγικού χαρακτήρα (οι εξαγωγές αντιπροσωπεύουν πάνω από το 65% των πωλήσεών του – βλ. Πiν. 2)
- στην ενεργειακή ασφάλεια και αυτοδυναμία της χώρας (είναι χαρακτηριστικό ότι το 50% και πλέον της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από τον εγχώριο λιγνίτη)

- στην απασχόληση (περίπου 15.000 άμεσες θέσεις εργασίας στις επιχειρήσεις του κλάδου και σε συνεργαζόμενους υπεργολάβους)
- στην ανάπτυξη εθνικών υποδομών.

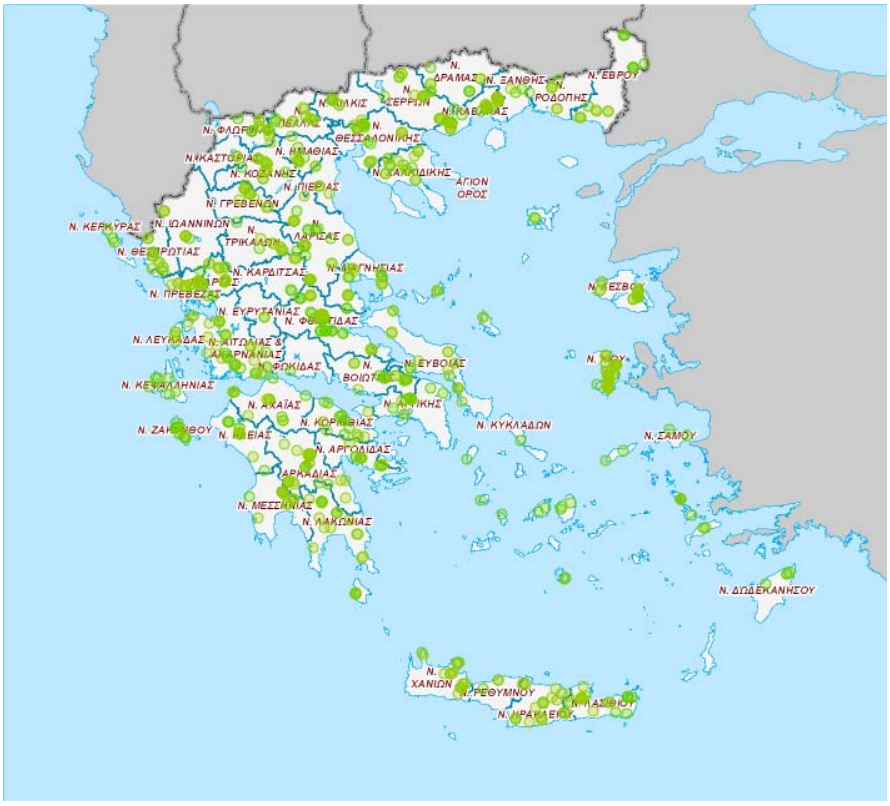
Εκτός των άλλων, ο κλάδος αποτελεί και αναπτυξιακό μοχλό πολλών άλλων δραστηριοτήτων αφού είναι αλληλένδετος με άλλους κλάδους της οικονομίας, από τον κλάδο των κατασκευών μέχρι τον τριτογενή τομέα.

Πίνακας 2. Εξαγωγές μεταλλευμάτων, βιομηχανικών ορυκτών, προϊόντων μηχανικής κατεργασίας - εμπλουτισμού - μεταλλουργίας και μαρμάρων (σε χιλ. €)

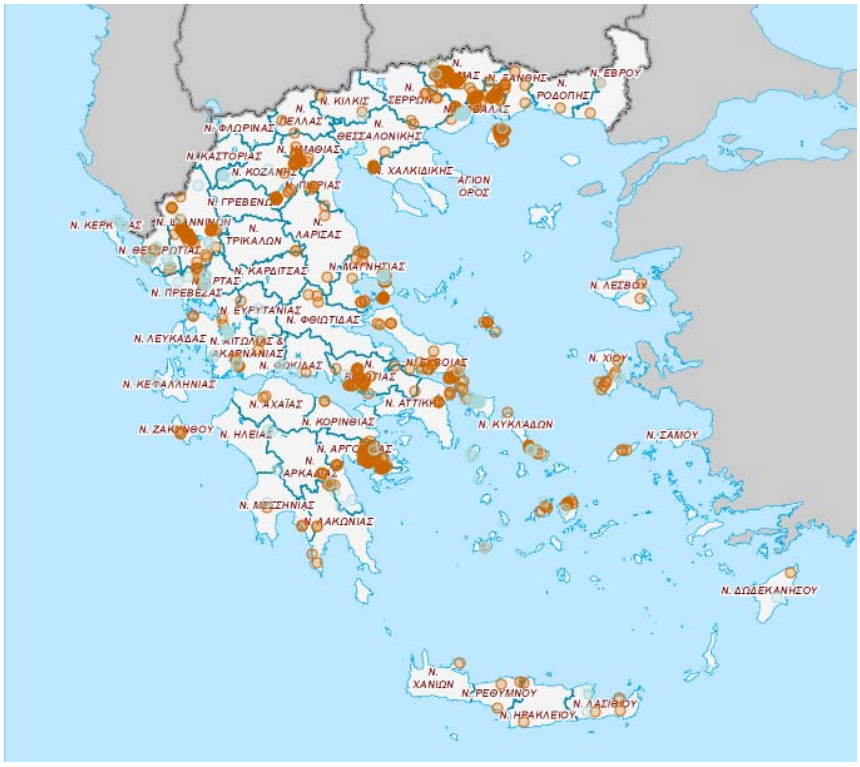
ΠΡΟΪΟΝ	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
1. Αλουμίνα	89.887	97.952	120.000	106.497	105.675
2. Αλουμίνιο	99.946	109.815	153.000	171.302	151.284
3. Ανθρακικό ασβέστιο-Τάλκης-Δολομίτης κατ.	13.000	14.000	14.400	20.820	24.500
4. Άστριοι	858	187	189	270	254
5. Ατταπουλγίτης	-	480	640	800	1.300
6 .Βωξίτης	36.051	41.887	36.872	42.595	45.400
7. Γύψος	640	425	660	416	400*
8. Δίπυρος μαγνησία	7.775	10.818	10.674	12.465	5.762
9. Καολίνης	-	-	-	-	-
10. Καυστική μαγνησία	11.046	8.327	8.019	11.837	11.014
11. Κίσσηρις	4.099	4.400	3.839	5.079	4.758
12. Λευκόλιθος	1.151	1.164	1.000	1.002	483
13. Λιγνίτης (ξηρός & λιγνιτόπλιθοι)	3.400	2.515	2.500	-	-
14. Μάρμαρα όγκοι	21.093	20.789	27.470	30.498	27.904
15. Μικτά θειούχα συμπυκνώματα		40.000	41.125	58.000	45.800
16. Μπεντονίτης (ορυκτός)	1.000	1.000	700	700	800
17. Μπεντονίτης ενεργοποιημένος	56.300	57.500	59.800	66.000	75.100
18. Νικέλιο (περιεχ. σε κράμα)	216.256	287.185	324.717	502.373	255.000
19. Ολιβίνης			-	-	-
20. Περλίτης (ορυκτός)	1.800	2.100	2.100	2.700	3.000
21. Περλίτης κατεργασμένος	26.040	27.010	29.500	29.200	34.200

* Εκτίμηση (Πηγή: ΣΜΕ, 2010)

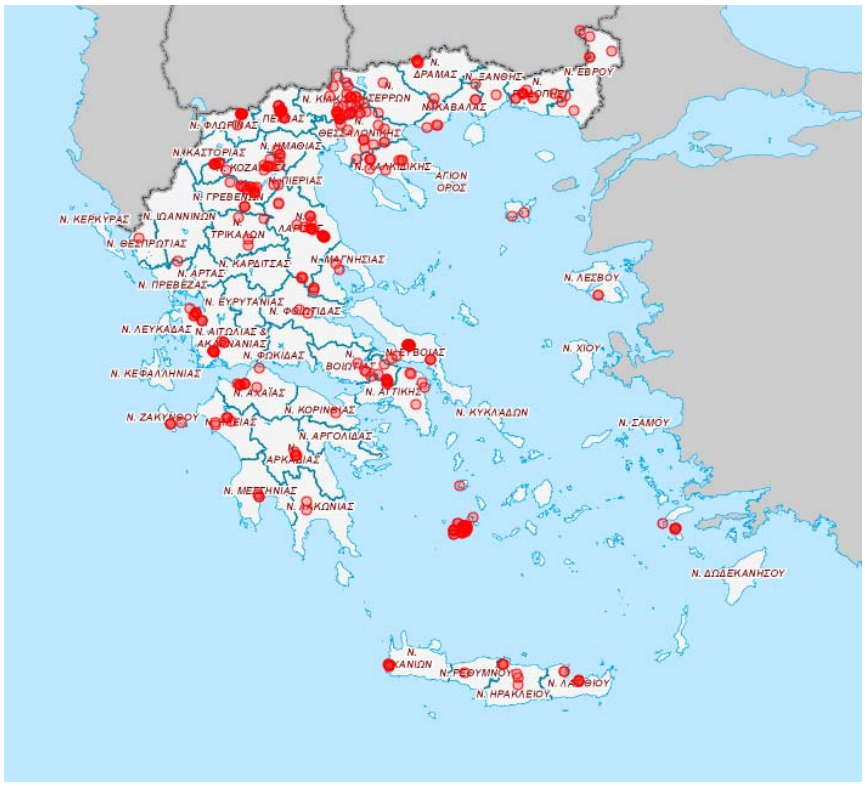
Οι ενεργές και εν δυνάμει περιοχές ανάπτυξης της εξορυκτικής δραστηριότητας αφορούν πρακτικά στο σύνολο της Ελληνικής επικράτειας, όπως αποτυπώνεται στα Σχήματα 1 έως 5 που ακολουθούν.



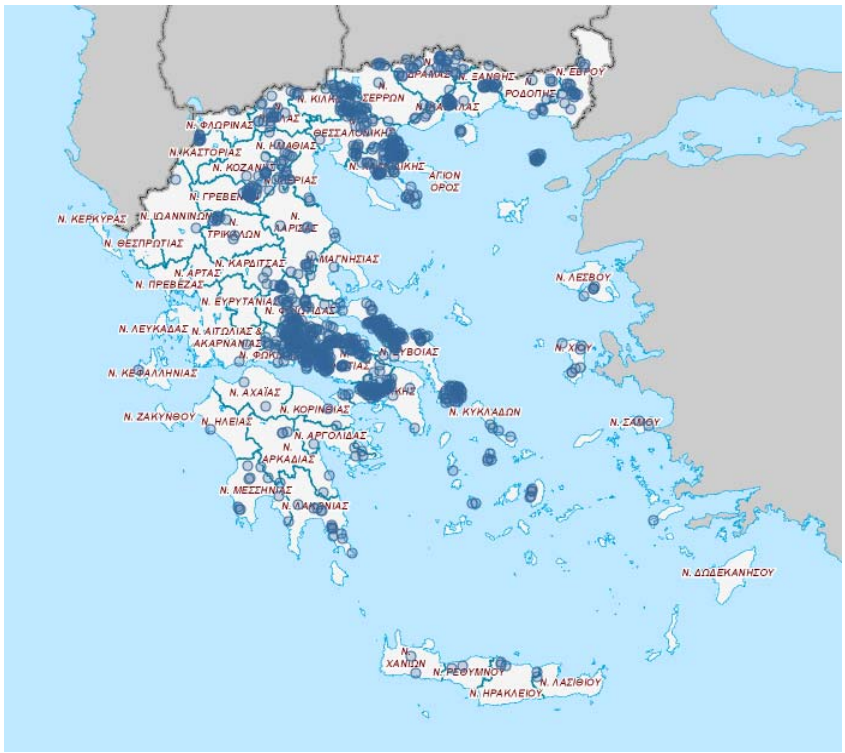
Σχήμα 1. Περιοχές εξόρυξης αδρανών υλικών (πηγή: www.latomet.gr – πρόσβαση: Απρίλιος 2011)



Σχήμα 2. Περιοχές εξόρυξης μαρμάρων και διακοσμητικών πλακών (πηγή: www.latomet.gr – πρόσβαση: Απρίλιος 2011)



Σχήμα 3. Περιοχές εξόρυξης βιομηχανικών ορυκτών (πηγή: www.latomet.gr – πρόσβαση: Απρίλιος 2011)



Σχήμα 4. Περιοχές εξόρυξης μεταλλικών ορυκτών (πηγή: www.latomet.gr – πρόσβαση: Απρίλιος 2011)

Σχήμα 5. Περιοχές εξόρυξης ενεργειακών ορυκτών (πηγή: www.latomet.gr – πρόσβαση: Απρίλιος 2011)

3 Κλιματική αλλαγή και ελληνική εξορυκτική βιομηχανία

3.1 Μεθοδολογική προσέγγιση

Η εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην εξορυκτική βιομηχανία αποτελεί ένα σύνθετο εγχείρημα με αρκετές αβεβαιότητες. Σε αυτό συμβάλλουν:

- αφενός οι αβεβαιότητες σε σχέση με τα σενάρια της κλιματικής αλλαγής, δεδομένου ότι κάποιοι από τους παράγοντες στο μέλλον μπορεί να αλλάξουν με βραδύτερο ή ταχύτερο ρυθμό και
- αφετέρου οι ιδιαιτερότητες κάθε εκμετάλλευσης (π.χ. μηχανικά χαρακτηριστικά γεωλογικών σχηματισμών, υδρογραφικό δίκτυο, περιβαλλοντική συμπεριφορά αγόνων υλικών από τις εργασίες εξόρυξης και εμπλουτισμού, κ.ά.), οι οποίες σε επίπεδο τοπικής ανάλυσης μπορεί να έχουν καθοριστική επίδραση στις επιπτώσεις.

Ένας επιπλέον παράγοντας που δυσχεραίνει την εκτίμηση και αποτίμηση των επιπτώσεων στον εξορυκτικό κλάδο είναι η απουσία συναφών ερευνών όχι μόνο στην ελληνική αλλά και στη διεθνή βιβλιογραφία. Οι σχετικές έρευνες (π.χ. Ford et al., 2010 & 2011, Pearce et al., 2011) αφορούν κυρίως στην ποιοτική διερεύνηση του

προβλήματος μέσω ερευνών με ερωτηματολόγια σε επιχειρήσεις και εργαζομένους στον εξορυκτικό κλάδο.

Τέλος, για τη διαμόρφωση της μεθοδολογικής προσέγγισης ελήφθησαν υπόψη η διαθεσιμότητα κρίσιμων δεδομένων, η διάρκεια ζωής των εκμεταλλεύσεων και η βαρύτητα των επιπτώσεων από διάφορες συνιστώσες της κλιματικής αλλαγής στο σύνολο της οικονομικής ζημιάς.

Πιο αναλυτικά, σε ότι αφορά στις προβλεπόμενες μεταβολές των κλιματικών παραμέτρων αξιοποιήθηκαν τα αποτελέσματα του σεναρίου A1B, το οποίο καλύπτει τη χρονική περίοδο 2021-2050. Δεν θεωρήθηκε σκόπιμο να διερευνηθούν οι επιπτώσεις για την περίοδο 2071-2100, δεδομένου ότι η διάρκεια ζωής της μεγάλης πλειοψηφίας των γνωστών κοιτασμάτων (ακόμη και αυτών που δεν έχουν ξεκινήσει μέχρι σήμερα, όπως π.χ. οι εκμεταλλεύσεις χρυσού) θα έχουν εξαντληθεί μέχρι το 2050. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο δεν αξιοποιήθηκαν τα σενάρια A2 και B2 (οι υπολογισμοί καλύπτουν περίοδο 30 ετών για το κλίμα αναφοράς, 1961-1990, και μια μελλοντική περίοδο 30 ετών, ήτοι 2071-2100). Επίσης, δεν χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα του σεναρίου εκπομπών B1, οι υπολογισμοί του οποίου περιορίστηκαν μόνο στις μεταβολές της μέσης θερμοκρασίας του αέρα, λόγω της έλλειψης διαθέσιμων δεδομένων από προσομοιώσεις υψηλής χωρικής ανάλυσης με Περιοχικά Κλιματικά Πρότυπα Προσομοίωσης (RCMs).

Τα αποτελέσματα του σεναρίου A1B ήταν διαθέσιμα για 12 γεωγραφικές περιοχές (Δυτική Ελλάδα, Κεντρική και Ανατολική Ελλάδα, Δυτική και Κεντρική Μακεδονία, Ανατολική Μακεδονία-Θράκη, Δυτική Πελοπόννησος, Ανατολική Πελοπόννησος, Κρήτη, Δωδεκάνησα, Κυκλάδες, Ανατολικό Αιγαίο, Βόρειο Αιγαίο και Ιόνιο), η ανάλυση πραγματοποιήθηκε συγκεντρωτικά σε επίπεδο Επικράτειας. Η επιλογή αυτή κρίθηκε η πλέον κατάλληλη λαμβάνοντας υπόψη αφενός το γεγονός ότι οι εκμεταλλεύσεις είναι πρακτικά διασκορπισμένες στο σύνολο της Επικράτειας και αφετέρου ότι στο χρονικό πλαίσιο του έργου δεν ήταν εφικτό να συγκεντρωθούν τα στοιχεία ανά περιοχή και τύπο εκμετάλλευσης.

Προκειμένου να καταστεί εφικτή η εκτίμηση των επιπτώσεων και, ακολούθως, η αποτίμησή τους, τα αποτελέσματα του σεναρίου A1B συγκρίνονται με τα αποτελέσματα της δεκαετίας 1991-2000 (περίοδος αναφοράς) αναφορικά με την αύξηση της θερμοκρασίας, τη μείωση των βροχοπτώσεων, τη μείωση της μέσης υγρασίας, κ.λπ.

Όσον αφορά στο είδος των επιπτώσεων που εξετάζονται, η ανάλυση έλαβε υπόψη τόσο άμεσες (π.χ. αύξηση ακραίων φαινομένων, αύξηση εκπομπών σκόνης λόγω μείωσης υγρασίας και αύξησης θερμοκρασίας, κ.ά.) όσο κι έμμεσες επιδράσεις (λόγω ανάγκης μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου, π.χ. αύξηση του κόστους ενέργειας λόγω ενσωμάτωσης από το 2013 του φόρου εκπομπών CO_2 στην ηλεκτροπαραγωγή). Όπως αναλύεται στις επόμενες ενότητες, ωστόσο, η ποσοτικοποίηση και αποτίμηση των επιπτώσεων σε σύνολο κλάδου δεν κατέστη

εφικτή σε όλες τις περιπτώσεις, καθώς ορισμένες είναι άμεσα εξαρτώμενες από πολύ εξειδικευμένες παραμέτρους της εκμετάλλευσης.

Τέλος, οι ποσοτικές και οικονομικές εκτιμήσεις των επιπτώσεων της κλιματικής μεταβολής στην ελληνική εξορυκτική βιομηχανία στηρίζονται σε δευτερογενή (π.χ. συντελεστές εκπομπής σκόνης ανά εκτάριο μεταλλευτικής γης βάσει των συντελεστών AP-42 της USEPA) και πρωτογενή στοιχεία (π.χ. μοναδιαίες τιμές κόστους για την αντιμετώπιση κάποιων συγκεκριμένων επιπτώσεων).

3.2 Εκτιμώμενες επιπτώσεις

Όπως αναφέρθηκε, για λόγους μεθοδολογικούς οι δυνητικές επιπτώσεις της κλιματικής μεταβολής στην εξορυκτική βιομηχανία διακρίνονται σε άμεσες κι έμμεσες, οι οποίες επιγραμματικά παρουσιάζονται ως ακολούθως:

- Άμεσες επιπτώσεις
    - Καταστροφές υποδομών (π.χ. διάβρωση οδικού δικτύου, κατολισθήσεις πρανών εκμετάλλευσης και αποθέσεων, κ.λπ.) λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων.
    - Δασικές πυρκαγιές λόγω χαμηλότερης υγρασίας και υψηλότερης θερμοκρασίας.
    - Μείωση διαθέσιμων υδατικών πόρων λόγω χαμηλότερων βροχοπτώσεων και αύξηση της εξάτμισης.
    - Αύξηση εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων λόγω χαμηλότερης υγρασίας και υψηλότερης θερμοκρασίας.
    - Απώλεια ημερών εργασίας λόγω ακραίων θερμοκρασιών.
    - Ενίσχυση μέτρων και δράσεων προστασίας και αποκατάστασης του περιβάλλοντος, π.χ. συντήρηση των έργων αποκατάστασης λόγω διάβρωσης εδαφικού καλύμματος και αυξημένων αναγκών άρδευσης, αποφυγή υποβάθμισης υδατικών πόρων λόγω μειωμένης παροχής των υδατικών συστημάτων, περαιτέρω αύξηση των συντελεστών ασφάλειας κατά το σχεδιασμό φραγμάτων τελμάτων (π.χ. ως προς τη συχνότητα εμφάνισης πλημμυρικών φαινομένων) κ.λπ.
- Έμμεσες επιπτώσεις λόγω ανάγκης μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου
    - Αύξηση του κόστους ενέργειας λόγω ενσωμάτωσης του κόστους δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από το 2013 και τη μείωση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη.
    - Μείωση της απασχόλησης λόγω μείωσης της παραγωγικής δραστηριότητας συγκεκριμένων τομέων εξαιτίας της ανάγκης μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου.

- Αύξηση του λειτουργικού κόστους για συμβολή του κλάδου στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου μέσω αντικατάστασης εξοπλισμού και άλλων μέτρων.

Στις επόμενες παραγράφους επιχειρείται η ποσοτικοποίηση των ανωτέρων επιπτώσεων, καταρχήν σε φυσικούς όρους και στην επόμενη ενότητα παρουσιάζεται η εκτίμηση των οικονομικών επιπτώσεων για τον εξορυκτικό κλάδο.

3.2.1 Άμεσες επιπτώσεις

i. <u>Καταστροφές υποδομών</u>

Οι καταστροφές των υποδομών της εξορυκτικής βιομηχανίας στον Ελλαδικό χώρο μπορούν να προέλθουν από ακραία καιρικά φαινόμενα, π.χ. έντονες βροχοπτώσεις, τα οποία θα προκαλέσουν πλημμύρες και κατολισθήσεις και θα θέσουν στον κίνδυνο υποδομές όπως: χώρους απόθεσης στείρων υλικών, φράγματα τελμάτων, δίκτυα μεταφοράς, κ.ά.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μεταβολής των κλιματικών παραμέτρων και του πιθανού καθεστώτος τους και της σύνδεσή της με το καθεστώς επικινδυνότητας των πλημμυρών και των κατολισθήσεων για το σενάριο A1B (βλ. Κεφ. 1 Έκθεσης ΕΜΕΚΑ):

- Η πιθανότητα εκδήλωσης κατολισθητικών φαινομένων παρουσιάζεται αυξημένη έως και κατά 2 φορές στο μεγαλύτερο κομμάτι του ελληνικού χώρου, με σημαντικότερες αυξήσεις στην Κεντρική Μακεδονία και τη Θεσσαλία (100%-224%). Μειώσεις παρατηρούνται στη Νότια Πελοπόννησο και σε τμήματα των Δωδεκανήσων.
- Η πιθανότητα εκδήλωσης πλημμυρικών φαινομένων παρουσιάζει σχεδόν σε όλη την επικράτεια αύξηση έως και 168%. Η Κεντρική Μακεδονία και η Θεσσαλία παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες μεταβολές. Αντίθετα μειώσεις προκύπτουν στη Νότια Πελοπόννησο, τη Βόρεια Κρήτη και τα Δωδεκάνησα, έως και 35%.

Τα αποτελέσματα αυτά πρέπει να αντιμετωπιστούν με επιφύλαξη λόγω της εξάρτησης των κινδύνων αυτών από παράγοντες όπως η διαφοροποίηση της βλάστησης, η αλλαγή των χρήσεων γης και η ανθρωπογενής παρέμβαση, παράμετροι οι οποίες δεν έχει καταστεί δυνατόν να αξιολογηθούν πλήρως, ενώ αναμένεται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην εκδήλωση των καταστροφών (βλ. Κεφ. 1 Έκθεσης ΕΜΕΚΑ).

Όσον αφορά στις επιπτώσεις στο μεταλλευτικό κλάδο, ο διπλασιασμός περίπου της πιθανότητας εκδήλωσης καταστροφικών φαινομένων αναμένεται να οδηγήσει σε μεταβολές στο σχεδιασμό των εξορυκτικών έργων, κυρίως ως προς τους χρησιμοποιούμενους συντελεστές ασφάλειας των εγκαταστάσεων (π.χ. σχεδιασμός έργων αποχέτευσης όμβριων υδάτων με βάση 1 φαινόμενο εξαιρετικά έντονης

βροχόπτωσης ανά 50 έτη αντί 100 ετών) και σε πιο τακτική συντήρηση των εγκαταστάσεων στο σύνολό τους. Έτσι, αναμένονται αυξημένες δαπάνες λειτουργίας, λόγω ανάγκης συντήρησης των εσωτερικών δικτύων μεταφοράς από εμφάνιση διαβρωτικών φαινομένων, αποκατάστασης κατολισθήσεων σε πρανή της εκμετάλλευσης ή αποθέσεων, κατασκευή μεγαλύτερων αποχετευτικών έργων, λήψη ειδικών γεωτεχνικών μέτρων για την ευστάθεια των πρανών, υιοθέτηση πιο ασφαλών πρακτικών διάθεσης των απορριμμάτων της εξόρυξης και του εμπλουτισμού (π.χ. αφύγρανση των τελμάτων πριν την απόθεσή τους), κ.ά.

ii. Δασικές πυρκαγιές

Οι δασικές πυρκαγιές, όπως και κάθε άλλη φυσική διαδικασία ενός οικοσυστήματος, επηρεάζονται πολύ εύκολα από την κλιματική αλλαγή, καθώς η συμπεριφορά της φωτιάς συναρτάται άμεσα με την υγρασία της καύσιμης ύλης, που με τη σειρά της καθορίζεται από τη βροχόπτωση, τη σχετική υγρασία και θερμοκρασία του αέρα και την ταχύτητα του ανέμου.

Ο δείκτης επικινδυνότητας πυρκαγιάς (FWI) είναι ένας ημερήσιος δείκτης βασισμένος σε μετεωρολογικές παραμέτρους, ο οποίος κατασκευάστηκε στον Καναδά και θεωρείται κατάλληλος για την εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς στη λεκάνη της Μεσογείου (Moriondo et al., 2006).

Από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου (βλ. Κεφ. 1 Έκθεσης ΕΜΕΚΑ) εκτιμήθηκε ότι ο εξαιρετικά αυξημένος κίνδυνος για πυρκαγιά αυξάνεται κατά 20 ημέρες το διάστημα 2021-2050 σε όλη την Ανατολική Ελλάδα, από τη Θράκη έως την Πελοπόννησο. Μικρότερες αυξήσεις αναμένονται στη Δυτική Ελλάδα, κυρίως λόγω του υγρότερου κλίματος της περιοχής.

Οι πυρκαγιές επηρεάζουν αρνητικά τις εκμεταλλεύσεις, διότι είναι αδύνατη η έκδοση αδειών επέκτασης της μεταλλευτικής δραστηριότητας σε πυρόπληκτες περιοχές, καθώς μεγάλες περιοχές κηρύσσονται αναδασωτέες.

Λόγω της έλλειψης αναλυτικών δεδομένων αναφορικά με τον αριθμό και την έκταση των εκμεταλλεύσεων ανά τύπο ορυκτού που λειτουργούν εντός ή πλησίον εκτάσεων χαρακτηρισμένων ως δασικών, δεν καθίσταται εφικτή η εκτίμηση των επιπτώσεων σε ποσοτικούς όρους.

iii. Μείωση διαθέσιμων υδατικών πόρων

Η μείωση των διαθέσιμων ποσοτήτων υδατικών πόρων, σε σχέση με την κλιματική μεταβολή, είναι αποτέλεσμα της διαταραχής του υδρολογικού κύκλου. Η αρχή του υδρολογικού κύκλου βρίσκεται στα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχόπτωση, χιονόπτωση, κ.λπ.) και στην εξάτμιση, καθώς τα νερά των κατακρημνισμάτων, με την άφιξή τους στην επιφάνεια της γης, διαμοιράζονται πρωτογενώς στην εξάτμιση και διαπνοή (μέσω των φυτών), στην απορροή (μέσω των υδρογραφικών δικτύων) και στην κατείσδυση. Δευτερογενώς το σχήμα αυτό γίνεται πιο σύνθετο.

Κάθε διατάραξη στο καθεστώς των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων συνεπάγεται σημαντικές μεταβολές στον υδρολογικό κύκλο, στο υδρολογικό ισοζύγιο (επιφανειακά ύδατα) και στο υδρογεωλογικό ισοζύγιο (υπόγεια ύδατα). Αλλά και η εξατμισιδιαπνοή, ως μια σοβαρή υδρολογική απώλεια, έχει σημαντικό ρόλο. Ένας ευρέως χρησιμοποιούμενος δείκτης για τον χαρακτηρισμό του κλίματος μιας περιοχής είναι ο δείκτης ξηρότητας της UNESCO, που προσδιορίζεται από τη μέση ετήσια βροχόπτωση προς την αντίστοιχη δυνητική εξατμισιδιαπνοή. Η τελευταία αυξάνεται σε συνθήκες ξηρασίας.

Σύμφωνα με το μοντέλο, η διάρκεια των ξηρών περιόδων αυξάνεται. Για την περίοδο 2021-2050, η μικρότερη διακύμανση (λιγότερο από 10 ημέρες αύξησης) παρατηρείται στη δυτική ηπειρωτική χώρα. Οι μεγαλύτερες αυξήσεις παρατηρούνται στην ανατολική ηπειρωτική χώρα (Ανατολική Στερεά, Ανατολική Πελοπόννησο και Εύβοια) και τη Βόρεια Κρήτη, όπου αναμένονται περισσότερες από 20 επιπλέον ημέρες ξηρασίας. Με βάση τα σχετικά ερευνητικά αποτελέσματα, η μείωση των τιμών ύψους βροχής και όγκου νερού που κατεισδύει, της τάξης του 7 – 8%, για την περίοδο 2021-2050, στο σύνολο της Επικράτειας (Στουρνάρας, 2010).

Η μείωση των επιφανειακών και υπόγειων υδατικών αποθεμάτων μπορεί να έχει πολλαπλές επιπτώσεις στον εξορυκτικό κλάδο. Το νερό χρησιμοποιείται σε εκμεταλλεύσεις μεταλλευμάτων στις διαδικασίες εμπλουτισμού, σε εκμεταλλεύσεις μαρμάρων κατά τη φάση της εξόρυξης και κοπής των όγκων που γίνεται πλέον με μηχανικά μέσα και όχι με εκρηκτικές ύλες, κ.ά. Επίσης, χρησιμοποιείται για τη συντήρηση των έργων αποκατάστασης (άρδευση φυτεμένων εκτάσεων). Σε κάποιες περιπτώσεις, η έλλειψη νερού μπορεί να οδηγήσει στον περιορισμό ή και στη διακοπή των εξορυκτικών εργασιών.

Με βάση στοιχεία του ΣΜΕ (2010), η συνολική καθαρή κατανάλωση νερού από δίκτυο, υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες και επιφανειακούς ταμιευτήρες ανήλθε, το 2009, σε 17 εκατ. m^3 περίπου. Επιπλέον, καταναλώθηκαν 5 εκατ. m^3 περίπου από διαδικασίες ανακύκλωσης.

Η μέση ανηγμένη καθαρή κατανάλωση νερού ανά tn εμπορεύσιμου προϊόντος εκτιμήθηκε σε 0,17 m^3, ενώ αξίζει να αναφερθεί ότι η κατανάλωση νερού στην αποκατάσταση περιβάλλοντος ήταν 908.000 m^3 περίπου.

Υπό την καταχρηστική παραδοχή του «μέσου μεταλλευτικού προϊόντος» λόγω έλλειψης στοιχείων αναφορικά με τη βαρύτητα του νερού στη συνάρτηση παραγωγής κάθε τύπου εκμετάλλευσης, η μείωση των διαθέσιμων ποσοτήτων νερού θα μπορούσε δυνητικά να οδηγήσει σε αντίστοιχης τάξης απώλεια παραγόμενου προϊόντος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η συνολική παραγωγή εμπορεύσιμου προϊόντος ήταν, το 2009, 97 εκατ. tn περίπου, θα μπορούσε δυνητικά να υπάρξει απώλεια 7,5 εκατ. tn εμπορεύσιμου προϊόντος.

Επιπλέον, σύμφωνα με το ΣΜΕ (2010), οι ώρες εργασίας ανά tn εμπορεύσιμου προϊόντος ήταν 0,31. Συνεπώς, οι χαμένες ώρες εργασίας ανέρχονται σε 2.325.000

περίπου, οι οποίες αντιστοιχούν σε περίπου 1.200 χαμένες θέσεις εργασίας πλήρους απασχόλησης.

iv. Αύξηση εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων

Οι κύριες πηγές αιωρούμενων σωματιδίων στην εξορυκτική βιομηχανία αφορούν στις εργασίες εξόρυξης, φόρτωσης, μεταφοράς και απόθεσης των προϊόντων και των αγόνων, στην αιολική διάβρωση σωρών και ανοιχτών εκσκαφών, στα αιωρούμενα σωματίδια παράγονται από τη λειτουργία του ντιζελοκίνητου εξοπλισμού των ορυχείων και στα σωματίδια που εκλύονται από την επεξεργασία του εξορυγμένου υλικού (θραύση, λειοτρίβηση, κ.λπ.).

Ο ρυθμός έκλυσης των αιωρούμενων σωματιδίων από την εξορυκτική βιομηχανία εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των αγόνων και της ορυκτής ύλης, από τη μέθοδο εξόρυξης (μηχανική ή με εκρηκτικές ύλες), από τα χαρακτηριστικά του χώρου εργασίας (π.χ. κάλυψη εσωτερικού οδικού δικτύου με άσφαλτο, χρήση κλειστών ή ανοιχτών ταινιοδρόμων, κ.λπ.), από το ρυθμό των εργασιών και από τις κλιματικές συνθήκες (ένταση ανέμου, βροχόπτωση, υγρασία, θερμοκρασία, ατμοσφαιρική πίεση).

Για την εκτίμηση της παραγόμενης αιωρούμενης σκόνης χρησιμοποιούνται συντελεστές εκπομπής, όπως π.χ. οι συντελεστές AP-42 της USEPA (http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/). Η USEPA παρέχει συντελεστές εκπομπών για ένα πολύ μεγάλο αριθμό πηγών ατμοσφαιρικής ρύπανσης, μεταξύ των οποίων και για την εξορυκτική βιομηχανία. Η 5η έκδοση των συντελεστών AP-42 εκδόθηκε Ιανουάριο του 1995 κι έκτοτε ενημερώνονται με βάση νέες έρευνες στον τομέα.

Οι συντελεστές εκπομπών χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των εκπομπών μίας εγκατάστασης σύμφωνα με τον ακόλουθο γενικό τύπο:

$$E_{kpy} = [A * OH] * EF * [(1 - CE)/ 100]$$

όπου, E_{kpy} = συνολικές εκπομπές ρύπου σε kg/έτος
A = ετήσια παραγωγικότητα μονάδας
OH = ώρες λειτουργίας ανά έτος
EF = συντελεστής εκπομπής ρύπου, kg/t
CE = μέτρα περιορισμού ρύπου, %

Η εξίσωση αυτή λαμβάνει εξειδικευμένη μορφή, συναρτήσει της εξεταζόμενης εργασίας που επιτελείται. Για παράδειγμα, η εκπομπή σκόνης TSP (σε kg/tn) από την εκσκαφή υπερκειμένων λιγνίτη με μηχανικά μέσα δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$E = 0.35*0.0016*(U/2.2)^{1.3}*(M/2)^{-1.4}$$

όπου, U= μέση ταχύτητα ανέμου (m/s)
M= περιεχόμενη υγρασία (%)

Επίσης, η εκπομπή σκόνης από την απόθεση υλικών σε σωρούς μπορεί να υπολογιστεί από την ακόλουθη εμπειρική εξίσωση:

$$E = k \times 0{,}0016 \times \frac{\left(\frac{U}{2{,}2}\right)^{1{,}3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1{,}4}}$$

όπου, E = παράγοντας εκπομπής (kg/tn)

k = συντελεστής μεγέθους σωματιδίων (0,35 για PM10)

U = μέση ταχύτητα σε (m/s)

M = ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας (%)

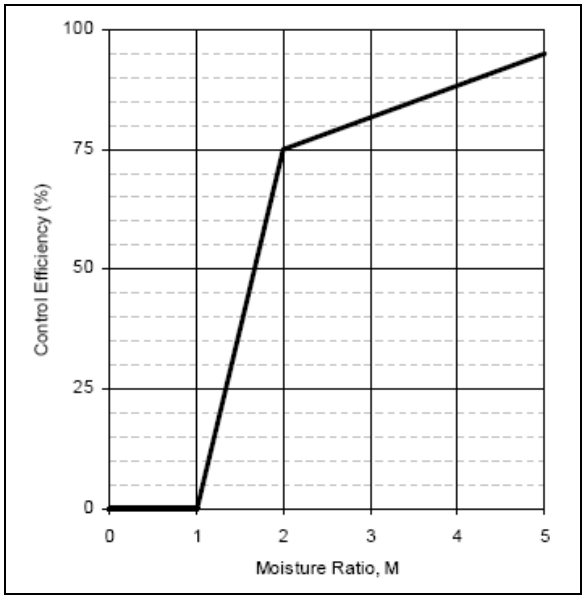
Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται ορισμένοι χαρακτηριστικοί συντελεστές εκπομπής σκόνης TSP για συνήθεις καταστάσεις στην εξορυκτική βιομηχανία.

Πίνακας 3. Συντελεστές εκπομπής σκόνης

Πηγή	TSP	Μονάδες
Απομάκρυνση υπερκειμένων	1-3	Kg/tn
Φόρτωση φορτηγά	0,4-0,7	Kg/tn
Μεταφορά με φορτηγά	1,5-3	Kg/km
Θραύση πρωτογενής	1,5-2,5	Kg/tn
Κοσκίνηση	2,5-5	Kg/tn
Απόθεση σε σωρούς	1,5-4	Kg/tn
Αιολική διάβρωση	0,85	Mg/(εκτάριο)(έτος)

Πηγή: Ghose, 2004 & USEPA, 1995

Όπως παρατηρείται στους προηγούμενους τύπους και στο ακόλουθο διάγραμμα (Σχ. 6), η υγρασία έχει καθοριστική σημασία στη συνολική μάζα σκόνης που διαφεύγει στην ατμόσφαιρα.



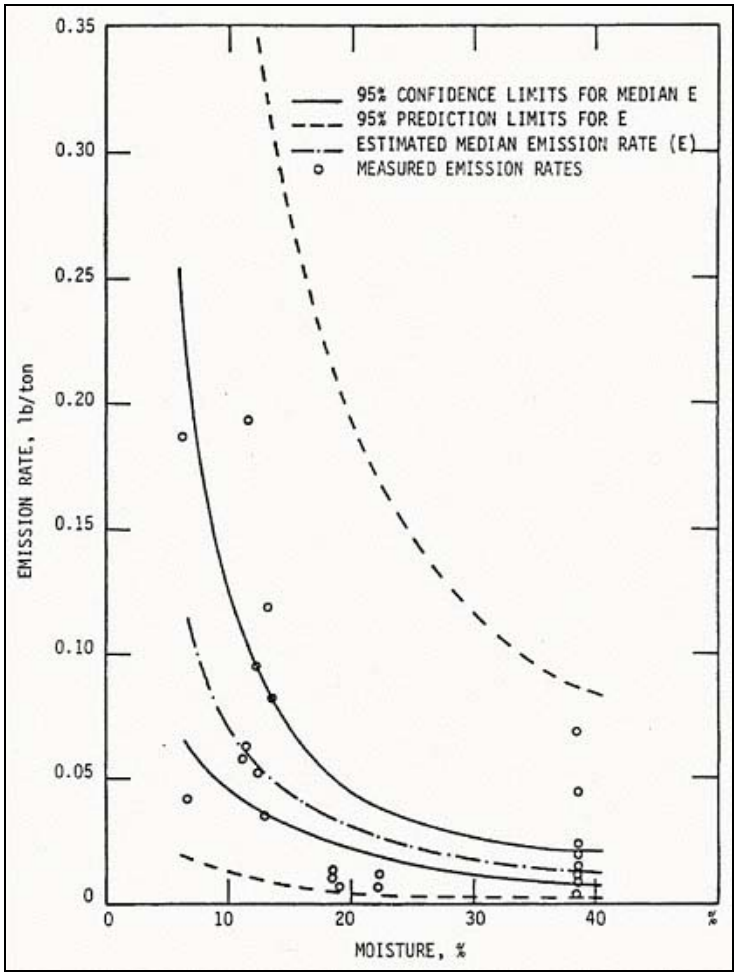
Σχήμα 6. Ποσοστιαία μείωση της εκπομπής σκόνης από μη ασφαλτοστρωμένους δρόμους συναρτήσει του λόγου υγρασίας στεγνού-υγρού οδοστρώματος (πηγή: USEPA, 1995)

Σύμφωνα με τα μοντέλα κλιματικής μεταβολής για το σενάριο A1B (αναφορά σε ομάδα μοντέλων), προβλέπεται μείωση της μέσης τιμής θέρους της σχετικής υγρασίας κατά την περίοδο 2021-2050 κατά 1,2% στην Επικράτεια. Το καλοκαίρι ωστόσο προβλέπεται μεγαλύτερη μείωση, που μπορεί να φτάσει 12% στα δυτικά και βόρεια ηπειρωτικά τμήματα της Ελλάδος, 6% έως 8% στα υπόλοιπα ηπειρωτικά και κατά 3% έως 5% στις νησιωτικές περιοχές. Εκτός από την υγρασία, θα σημειωθεί μείωση των βροχοπτώσεων και αύξηση των ημερών ξηρασίας, όπως περιγράφηκε και σε προηγούμενη ενότητα. Αυτό μπορεί να επηρεάσει το συντελεστή εκπομπής σκόνης, όπως φαίνεται στον ακόλουθο τύπο:

$$E_{τελ} = E_{αρχ}*[(365-P)/365]$$

όπου P = αριθμός ημερών με ύψος βροχόπτωσης άνω των 0,254 mm

Οι μεταβολές αυτές θα επηρεάσουν την περιεχόμενη υγρασία στα υλικά που εξορύσσονται, στις επιφάνειες των οδών μεταφοράς, κ.λπ.



Σχήμα 7. Ποσοστιαία μείωση της εκπομπής σκόνης συναρτήσει της υγρασίας του υλικού (πηγή: USEPA, 1995)

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, όπως φαίνεται και στο προηγούμενο διάγραμμα (Σχ. 7), η σχέση μεταξύ υγρασίας του υλικού και συντελεστή εκπομπής σκόνης δεν είναι γραμμική. Σε σχετικά υψηλά ποσοστά υγρασίας του υλικού η μείωση δεν επηρεάζει αισθητά το συντελεστή εκπομπής σκόνης. Σε χαμηλά όμως ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας ακόμη και μικρές μεταβολές της υγρασίας έχουν σημαντική επίδραση στην εκπεμπόμενη σκόνη.

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί μια ποσοτική εκτίμηση των επιπτώσεων από την κλιματική μεταβολή, υπολογίστηκε η αύξηση στην εκπεμπόμενη ποσότητα σωματιδίων PM10, με τις ακόλουθες παραδοχές:

- δεν λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα περιορισμού της σκόνης από την εξορυκτική βιομηχανία
- η συνολική ποσότητα παραγόμενων αγόνων είναι 543 εκατ. tn περίπου και των προϊόντων 97 εκατ. tn περίπου (ΣΜΕ, 2010)

- η έκταση που χρησιμοποιείται για εκμετάλλευση είναι 158.000 στρέμματα περίπου (ΣΜΕ, 2010)
- η περιεχόμενη υγρασία μειώνεται από 15% σε 10% και οι συντελεστές εκπομπής διπλασιάζονται
- η περίοδος μείωσης της υγρασίας θεωρείται ότι αφορά διάστημα 4 μηνών

Στη βάση των παραπάνω, εκτιμάται ότι λόγω της κλιματικής μεταβολής υπάρχει μια αύξηση των εκπομπών σκόνης PM10 της τάξης των 180.000 tn, σε ετήσια βάση.

Σημειώνεται ότι οι εκτιμήσεις είναι προσεγγιστικές, δεδομένου ότι οι συντελεστές εκπομπής ενέχουν αρκετές αβεβαιότητες, οι εκμεταλλεύσεις λαμβάνουν χώρα με διαφορετικές μεθόδους, οι διαφοροποιήσεις εξαρτώνται σημαντικά από το μικροκλίμα της περιοχής, κ.λπ.

v. <u>Απώλεια ημερών εργασίας λόγω ακραίων συνθηκών</u>

Σύμφωνα με τα μοντέλα κλιματικής μεταβολής (βλ. Κεφ. 1 Έκθεσης ΕΜΕΚΑ), για την περίοδο 2021-2050, αναμένεται αύξηση στον αριθμό των ημερών κατ' έτος κατά τις οποίες ο δείκτης humidex ξεπερνά τους 38°C, με αντίκτυπο στη δυσφορία του γενικού πληθυσμού αλλά και των εργαζομένων. Στα παράκτια του Ιονίου και τα Δωδεκάνησα αναμένεται αύξηση της διάρκειας περιόδου με humidex>38°C κατά 20 ημέρες, στα πεδινά ηπειρωτικά και την Κρήτη κατά 15 ημέρες, ενώ οι ορεινές περιοχές φαίνεται ότι δεν εμφανίζουν σημαντικές μεταβολές αυτής της παραμέτρου.

Με βάση την υφιστάμενη νομοθεσία για την ασφάλεια και υγιεινή της εργασίας, οι εργαζόμενοι πρέπει να προστατεύονται από τη θερμική καταπόνηση. Σε αυτή την κατεύθυνση παρέχονται από τη βιβλιογραφία οδηγίες για τον προγραμματισμό διαλειμμάτων, συναρτήσει της θερμοκρασίας (ξηρού θερμομέτρου) και της σχετικής υγρασίας για ελαφρές, μέσες και βαριές εργασίες. Πιο συγκεκριμένα, η Εγκύκλιος 130427/26-6-90 του Υπουργείου Εργασίας παρέχει τις ακόλουθες οδηγίες για την προστασία από τη θερμική καταπόνηση, ως συνδυασμό θερμοκρασίας υγρασίας (Πίν. 4 έως 7)

Πίνακας 4. Περίπτωση συνεχούς εργασίας

Ελαφριά εργασία		**Εργασία μέσης βαρύτητας**		**Βαριά εργασία**	
Θξ (°C)	Σχ. Υγρασία (%)	Θξ (°C)	Σχ. Υγρασία (%)	Θξ (°C)	Σχ. Υγρασία (%)
36	52	36	32	36	22
37	46	37	27	37	19
38	41	38	23	38	16
39	37	39	20	39	13
40	32	40	17	40	10
41	28	41	14		
42	25	42	11		
43	22				

Πίνακας 5. Περίπτωση 75% εργασίας – 25% ανάπαυσης ανά ώρα

Ελαφριά εργασία		**Εργασία μέσης βαρύτητας**		**Βαριά εργασία**	
Θξ (°C)	Σχ. Υγρασία (%)	Θξ (°C)	Σχ. Υγρασία (%)	Θξ (°C)	Σχ. Υγρασία (%)
36	56	36	39	36	27
37	50	37	35	37	23
38	45	38	30	38	19
39	40	39	26	39	16
40	35	40	22	40	13
41	31	41	19	41	11
42	27	42	16		
43	24	43	14		

Πίνακας 6. Περίπτωση 50% εργασίας – 50% ανάπαυσης ανά ώρα

Ελαφριά εργασία		**Εργασία μέσης βαρύτητας**		**Βαριά εργασία**	
Θξ (°C)	Σχ. Υγρασία (%)	Θξ (°C)	Σχ. Υγρασία (%)	Θξ (°C)	Σχ. Υγρασία (%)
36	62	36	48	36	39
37	55	37	43	37	34
38	49	38	38	38	29
39	45	39	33	39	26
40	39	40	29	40	22
41	35	41	25	41	19
42	31	42	22	42	16
43	27	43	18	43	14

Πίνακας 7. Περίπτωση 25% εργασίας – 75% ανάπαυσης ανά ώρα

Ελαφριά εργασία		**Εργασία μέσης βαρύτητας**		**Βαριά εργασία**	
Θξ (°C)	Σχ. Υγρασία (%)	Θξ (°C)	Σχ. Υγρασία (%)	Θξ (°C)	Σχ. Υγρασία (%)
36	67	36	60	36	52
37	61	37	53	37	46
38	55	38	48	38	41
39	49	39	43	39	37
40	43	40	38	40	32
41	39	41	34	41	28
42	35	42	30	42	24
43	31	43	26	43	22

Προκειμένου να εκτιμηθούν ποσοτικά οι επιπτώσεις λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας και της μείωσης της υγρασίας στην εξορυκτική βιομηχανία, ελήφθη υπόψη αύξηση 20 ημερών κατ' έτος κατά τις οποίες ο δείκτης humidex ξεπερνά τους 38°C, καθώς και τα ακόλουθα δεδομένα και παραδοχές:

- συνολικός ωρών εργασίας ανά έτος 29,9 εκατ. (ΣΜΕ, 2010)
- 250 ημέρες εργασίας ανά έτος
- 10 ημέρες ανά έτος με συνθήκες που επιβάλουν 25% διάλειμμα
- 3,24 tn εμπορεύσιμου προϊόντος ανά ώρα εργασίας (ΣΜΕ, 2010)
- επίδραση στο 10% των εκμεταλλεύσεων που αναπτύσσονται σε (μη ορεινές) περιοχές που αυξάνεται ο δείκτης humidex.

Σε αυτή τη βάση, υπολογίζεται ότι οι απώλειες εμπορεύσιμου προϊόντος μπορεί να ανέλθουν 97.000 tn περίπου (29,9 εκατ. ετήσιες ώρες εργασίας /250 ημέρες εργασίας ετησίως * 10 ημέρες με απώλεια χρόνου εργασίας 25% * 10% της δραστηριότητας = 29.900 απολεσθείσες ώρες * 3,24 tn/ώρα = 96.880 tn).

vi. Ενίσχυση μέτρων και δράσεων προστασίας και αποκατάστασης του περιβάλλοντος

Οι μεταβολές των κλιματικών συνθηκών αναμένεται να επηρεάσουν την εξορυκτική βιομηχανία, ως προς τα ζητήματα του περιβάλλοντος, με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, η αύξηση της εξατμισιδιαπνοής και των ξηρών ημερών και η μείωση της υγρασίας και των βροχοπτώσεων μπορεί να καταστήσουν απαραίτητη την αύξηση του αριθμού των αρδεύσεων στα έργα αποκατάστασης. Η εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων μπορεί να αυξήσει τη διάβρωση του εδαφικού υλικού, είτε από τους σωρούς που φυλάσσεται είτε από τις αποκατεστημένες εκτάσεις. Η μείωση της επιφανειακής απορροής μπορεί να καταστήσει απαραίτητη την περαιτέρω επεξεργασία υγρών αποβλήτων που διατίθενται σε επιφανειακούς αποδέκτες. Ακόμη, η εκδήλωση πιο συχνών και πιο ακραίων καιρικών φαινομένων μπορεί να καταστήσει αναγκαίο τον επανασχεδιασμό υδραυλικών έργων, χώρων απόθεσης, κ.λπ.

Η εκτίμηση των επιπτώσεων σε ποσοτικούς όρους (π.χ. απώλεια Χ tn εδαφικού υλικού ανά έτος ή αύξηση της διατομής έργων αποχέτευσης όμβριων υδάτων κατά Χ%, κ.λπ.) εμπεριέχει σημαντικές δυσκολίες καθώς εξαρτάται από πολύ τοπικές παραμέτρους. Ωστόσο, επιχειρείται, σε επόμενη ενότητα, η αποτίμηση του κόστους των επιπτώσεων συναρτήσει των υφιστάμενων δαπανών προστασίας του περιβάλλοντος.

3.2.2 Έμμεσες επιπτώσεις

Όπως αναφέρθηκε, οι έμμεσες επιπτώσεις σχετίζονται με την προσπάθεια αναστροφής των αρνητικών επιπτώσεων των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Σε αυτήν την κατεύθυνση, η εξορυκτική βιομηχανία μπορεί να επηρεαστεί από περιορισμούς εκμετάλλευσης ορυκτών καυσίμων και δραστηριοτήτων για την παραγωγή ενέργειας, δομικών υλικών κ.ά., λόγω των περιορισμών των εκπομπών CO_2, καθώς και από αυξήσεις στο

κόστος παραγωγής λόγω ενσωμάτωσης του κόστους δικαιωμάτων εκπομπής CO_2 μετά το 2013.

Η πλέον χαρακτηριστική περίπτωση επίδρασης των επιπτώσεων αυτών στην εξορυκτική βιομηχανία αφορά στις εκμεταλλεύσεις λιγνίτη. Η ενσωμάτωση του κόστους δικαιωμάτων εκπομπής CO_2, η προσπάθεια της χώρας για την επίτευξη του Ευρωπαϊκού στόχου «20:20:20», αλλά και άλλες περιβαλλοντικές συνιστώσες (π.χ. περιορισμοί εκπομπών SO_2 από μεγάλες εγκαταστάσεις καύσεις) θα οδηγήσουν σε μείωση της ηλεκτροπαραγωγής από λιγνίτη και θα αναγκάσουν επαγωγικά τη ΔΕΗ και μικρούς παραγωγούς στη βόρεια Ελλάδα να μειώσουν την εξορυκτική τους δραστηριότητα. Οι μειώσεις αυτές, θα έχουν ως σοβαρότερο αποτέλεσμα τη μείωση της απασχόλησης εξειδικευμένου τεχνικού και επιστημονικού προσωπικού στη χώρα.

Όσον αφορά στην ποσοτική εκτίμηση των έμμεσων επιπτώσεων, η ανάλυση περιορίζεται στον κλάδο των ενεργειακών ορυκτών λόγω έλλειψης δεδομένων για τις υπόλοιπες συνιστώσες του εξορυκτικού κλάδου. Εντούτοις, επιχειρείται αποτίμηση των οικονομικών επιπτώσεων για τον κλάδο συνολικά, λαμβάνοντας την αύξηση του κόστους ενέργειας, με τη βοήθεια Πινάκων Εισροών – Εκροών για την ελληνική οικονομία.

Ο στόχος «20:20:20» προβλέπει μέχρι το 2020 μεταξύ άλλων, για την Ελλάδα, εξοικονόμηση 20% πρωτογενούς ενέργειας, τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ 18% (Οδηγία 2009/28/ΕΚ), μείωση κατά 4% των εκπομπών του 2005 για τομείς εκτός 2003/87/ΕΚ, και μείωση κατά 1,74% ετησίως για τομείς εντός 2003/87/ΕΚ.

Σε αυτό το πλαίσιο προβλέπεται μείωση της εγκατεστημένης ισχύος των λιγνιτικών μονάδων από 4826 MW το 2010, σε 3362 MW (μείωση 30% περίπου) το 2020 και 2295 MW (μείωση 52,5%) το 2030, αντίστοιχα. Το 2007, οι λιγνιτικοί σταθμοί, με εγκατεστημένη ισχύ 5.288 MW, παρήγαγαν το 55% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρισμού (63,5 TWh), ήτοι 34,9 TWh. Θεωρώντας ότι η διαθεσιμότητα των μονάδων, ο βαθμός απόδοσης και άλλες παράμετροι που επιδρούν στην παραγωγή παραμένουν σταθερές, το 2020 αναμένεται παραγωγή ηλεκτρισμού από λιγνίτη της τάξης των 22,2 TWh και το 2030 παραγωγή 15,1 TWh, αντίστοιχα.

Σύμφωνα με ερευνητική εργασία (Τουρκολιάς, 2010), μια λιγνιτική μονάδα νέας τεχνολογίας απαιτεί 1,38 t λιγνίτη για την παραγωγή 1 MWh ηλεκτρικής ενέργειας, ήτοι 1,38 εκατ. tn ανά TWh. Συνεπώς, η μείωση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας κατά 12,7 TWh και 19,8 TWh, τα έτη 2020 και 2030, αντίστοιχα, θα επιφέρει ανάλογη μείωση της εξορυκτικής δραστηριότητας κατά 17,5 εκατ. tn και 27,3 εκατ. tn λιγνίτη, αντίστοιχα.

Σε ότι αφορά στις επιπτώσεις στην απασχόληση, σύμφωνα με την ίδια εργασία απαιτούνται στην εξορυκτική δραστηριότητα περίπου 119,5 ανθρωπο-έτη/TWh ηλεκτρικής ενέργειας για την τροφοδοσία μιας λιγνιτικής μονάδας νέας τεχνολογίας με καύσιμο. Συνεπώς, η μείωση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας κατά 12,7

TWh και 19,8 TWh, τα έτη 2020 και 2030, αντίστοιχα, θα επιφέρει μείωση στην απασχόληση της τάξης των 1.520 και 2.370 ανθρωπο-ετών.

Τέλος, έμμεση επίπτωση από την προσπάθεια αναστροφής των αρνητικών επιπτώσεων των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αποτελεί η αναμενόμενη αύξηση του λειτουργικού κόστους του κλάδου στην προσπάθειά του να συμβάλει στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου μέσω αντικατάστασης εξοπλισμού και άλλων μέτρων. Στη διεθνή βιβλιογραφία η προσπάθεια αυτή εντοπίζεται κυρίως στη συλλογή του εκπεμπόμενου μεθανίου από υπόγεια ανθρακωρυχεία και, ακολούθως, στην αξιοποίησή του στην παραγωγή ενέργειας. Το θέμα αυτό, αν και εξαιρετικά ενδιαφέρον, δεν έχει πρακτικό αντίκρισμα στην ελληνική εξορυκτική βιομηχανία. Σε δεύτερο επίπεδο, καταβάλλεται προσπάθεια για την ανάπτυξη σύγχρονου εξοπλισμού με χαμηλότερες εκπομπές. Δεν υπάρχει ωστόσο κάποια ποσοτική ή οικονομική εκτίμηση των επιπέδων μείωσης και το σχετικού κόστους.

3.3 Αποτίμηση επιπτώσεων

Στην παρούσα ενότητα επιχειρείται η οικονομική αποτίμηση των αναμενόμενων επιπτώσεων της κλιματικής μεταβολής στην εξορυκτική βιομηχανία. Δεδομένου ότι ορισμένες επιπτώσεις εξαρτώνται άμεσα από τα χαρακτηριστικά της περιοχής και της εκμετάλλευσης, σε κάποιες περιπτώσεις δεν καθίσταται εφικτό να δοθούν αθροιστικές εκτιμήσεις σε επίπεδο κλάδου. Γίνεται ωστόσο αναφορά σε συγκεκριμένα περιστατικά από το οποία αναδεικνύεται η σημασία του προβλήματος.

3.3.1 Άμεσες επιπτώσεις

i. <u>Καταστροφές υποδομών</u>

Το κόστος από τις καταστροφές των υποδομών της εξορυκτικής βιομηχανίας που μπορούν να προέλθουν από ακραία καιρικά φαινόμενα, π.χ. έντονες βροχοπτώσεις, ποικίλει σημαντικά συναρτήσει των χαρακτηριστικών κάθε περίπτωσης. Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται περιπτώσεις ατυχημάτων που σχετίζονται με πλημμυρικά φαινόμενα με πολύ υψηλό κόστος αποκατάστασης της ζημιάς.

Οι Eriksson & Adamek (2000) μελέτησαν τις επιπτώσεις της αστοχίας του φράγματος του μεταλλείου Aznalcóllar, στην περιοχή Boliden Apirsa της Ισπανίας. Η λίμνη των τελμάτων καταλάμβανε έκταση 1.600 στρεμμάτων και είχε χωρητικότητα 33.000.000 m^3. Όταν συνέβη το ατύχημα τον Απρίλιο του 1998, περιείχε συνολικά 15.000.000 m^3 τελμάτων. Εξαιτίας μιας κατολίσθησης που σημειώθηκε, μέσα σε λίγες ώρες 5.500.000 m^3 όξινου και υψηλής συγκέντρωσης σε μέταλλα νερού ξεχείλισαν από το φράγμα. Η ποσότητα των τελμάτων εκτιμάται σε 1,3 – 1,9x10^6 t. Από το ατύχημα, επηρεάστηκαν συνολικά 46.340 στρέμματα γης, εκ των οποίων τα 26.000 καλύφθηκαν με τέλματα. Το κόστος αποκατάστασης του βόρειου τομέα ανήλθε σε

25.000.000 USD(1999) και του νότιου σε 165.000.000 USD(1999) περίπου. Το κόστος απομόνωσης της λίμνης τελμάτων κόστισε 37.000.000 USD(1999), ενώ η αποζημίωση για την αγορά της σοδειάς του 1998, ανήλθε σε 9.900.000 USD(1999). Το συνολικό κόστος αντιστοιχεί σε 225.000.000 €(2010) περίπου.

Από την αστοχία του φράγματος τελμάτων της AURUL, στην περιοχή Baia Mare της Βορειο-Δυτικής Ρουμανίας διέρρευσαν στο περιβάλλον περίπου 100.000 m^3 νερού και 20.000 t τελμάτων, που περιείχαν βαρέα μέταλλα και τοξικά στοιχεία, με αποτέλεσμα να ρυπανθούν τα νερά των ποταμών Tisra και Δούναβη και άλλων μικρότερων παραποτάμων, σε ένα μήκος 500 km. Σύμφωνα με τους Prommer & Skwarek (2001), το συνολικό κόστος της ζημιάς στον ποταμό Tisra, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται τα άμεσα μέτρα αντιμετώπισης, οι απώλειες εισοδήματος από την τουριστική δραστηριότητα, η μείωση των αλιευμάτων και η διαφημιστική καμπάνια για τη επανόρθωση της εικόνας της περιοχής, ανήλθε σε 11.400.000 – 15.300.000 USD(2001), το οποίο αντιστοιχεί σε 10.000.000 – 14.000.000 €(2010).

ii. <u>Δασικές πυρκαγιές</u>

Όπως αναφέρθηκε οι πυρκαγιές επηρεάζουν αρνητικά τις εκμεταλλεύσεις, διότι οι πυρόπληκτες περιοχές κηρύσσονται αναδασωτέες και καθίσταται αδύνατη η έκδοση αδειών επέκτασης μεταλλευτικής δραστηριότητας. Όπως αναφέρθηκε, λόγω της έλλειψης δεδομένων, δεν κατέστη εφικτό να ποσοτικοποιηθούν οι επιπτώσεις στο σύνολο του κλάδου και δεν παρέχεται σχετική εκτίμηση του κόστους.

iii. <u>Μείωση διαθέσιμων υδατικών πόρων</u>

Η μείωση των διαθέσιμων ποσοτήτων υδατικών πόρων επηρεάζει σημαντικά την εξορυκτική βιομηχανία, με αντίστοιχες οικονομικές επιπτώσεις. Για να ληφθεί μια προσεγγιστική εκτίμηση του κόστους για το σύνολο της εξορυκτικής βιομηχανίας, λαμβάνεται υπόψη ότι θα μπορούσε δυνητικά να υπάρξει απώλεια 7,5 εκατ. tn εμπορεύσιμου προϊόντος λόγω μείωσης των διαθεσίμων νερού. Με βάση το σύνολο του κύκλου εργασιών, ένα ενδεικτικό κόστος για την επίπτωση αυτή θα ήταν 138 εκατ. € περίπου σε ετήσια βάση.

Ωστόσο, μια πιο ορθολογική προσέγγιση του κόστους θα μπορούσε να επιτευχθεί μέσω της ελαστικότητας ζήτησης βιομηχανικού νερού ως προς την τιμή του. Σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα (Βαγιωνά & Μυλόπουλος, 2005), η ελαστικότητα ζήτησης για το βιομηχανικό νερό εκτιμήθηκε σε -0,2 (άλλες έρευνες παρέχουν εκτιμήσεις -0,3 έως -0,4). Έτσι, μια μείωση της προσφερόμενης ποσότητας κατά 8% θα επέφερε αύξηση στην τιμή κατά 40%. Αν και σημαντικό μέρος των ποσοτήτων του χρησιμοποιούμενου νερού προέρχεται από γεωτρήσεις ή επιφανειακούς υδατικούς πόρους και όχι από δίκτυο, για τους υπολογισμούς λαμβάνεται υπόψη το κόστος χρέωσης βιομηχανικών καταναλωτών της ΕΥΔΑΠ, για κατανάλωση άνω των

1000 m^3 ανά μήνα, ήτοι 0,9866 €/m^3. Σε αυτή τη βάση, θα υπήρχε μια επιβάρυνση περίπου 0,4 €/m^3 και για να καλύψει η εξορυκτική βιομηχανία το σύνολο των αναγκών της θα έπρεπε να επιβαρυνθεί με ένα ποσό της τάξης των 6,8 εκατ. € (δεδομένου ότι χρησιμοποιεί περίπου 17 εκατ. m^3 νερού σε ετήσια βάση).

Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε, η απώλεια αυτή θα μπορούσε να οδηγήσει σε περίπου 1.200 χαμένες θέσεις εργασίας πλήρους απασχόλησης. Πρόσφατη έρευνα (Tourkolias et al., 2009) εκτίμησε την αξία μιας νέας θέσης εργασίας (στο πλαίσιο επιδοτούμενων προγραμμάτων) σε 6.400 € (4.000 – 12.000 €). Συνεπώς το ετήσιο κόστος, για την κοινωνία, από την απώλεια της απασχόλησης εκτιμάται σε 7,7 εκατ. € περίπου. Σημειώνεται ωστόσο ότι το οικονομικό αυτό μέγεθος δεν επιβαρύνει τον κλάδο, παρά μόνο ως προς το τμήμα των αποζημιώσεων.

iv. <u>Αύξηση εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων</u>

Σύμφωνα με τις ποσοτικές εκτιμήσεις που αναφέρονται στην προηγούμενη ενότητα, λόγω της κλιματικής μεταβολής θα υπάρξει μια αύξηση των εκπομπών σκόνης PM10 της τάξης των 180.000 tn, σε ετήσια βάση.

Υπό την παραδοχή ότι κατά την περίοδο αναφοράς η εξορυκτική βιομηχανία λαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέτρα για να ελαχιστοποιήσει τις επιπτώσεις από τις εκπομπές αιωρούμενων σωματιδίων, η αύξηση των εκπομπών θα δημιουργήσει τουλάχιστον όχληση στις περιβάλλουσες των εγκαταστάσεων περιοχές, ωθώντας τις επιχειρήσεις στη λήψη μέτρων περιορισμού των εκπομπών (π.χ. κλειστές μεταφορικές ταινίες, κλειστές εγκαταστάσεις θραύσης-ταξινόμησης, σιλό για αποθήκευση προϊόντων, εκτεταμένη και συχνότερη διαβροχή οδικού δικτύου και σημείων εργασιών εξόρυξης – απόθεσης, κ.ά.). Το κόστος της διαβροχής δεν είναι σημαντικό, δεδομένου ότι η σημερινή πρακτική που ακολουθείται είναι 7-8 διαβροχές ανά βάρδια και θα χρειαστεί να αυξηθεί σε 14 διαβροχές ανά βάρδια, για τις ξηρές ημέρες.

Η κατασκευή ωστόσο κλειστών εγκαταστάσεων ενδέχεται να επιβαρύνει τις επιχειρήσεις, αν ληφθεί υπόψη ότι το κόστος αποσβέσεων κυμαίνεται μεταξύ 10% - 40% του συνολικού κόστους παραγωγής και, για παράδειγμα, το κόστος κατασκευής ενός σπαστηροτριβείου με χρήση κλειστών μεταφορικών ταινιών, συστημάτων καταιονισμού νερού, κ.λπ., για τον περιορισμό των εκπομπών σκόνης, είναι περίπου 20% - 30% υψηλότερο.

Προκειμένου να εκτιμηθεί προσεγγιστικά το κόστος αντιμετώπισης των αυξημένων εκπομπών από τον κλάδο, αξιοποιήθηκαν στοιχεία του ΣΜΕ (2010) αναφορικά με τον κύκλο εργασιών των επιχειρήσεων, οικονομικές καταστάσεις διαφόρων επιχειρήσεων και δεδομένα από προσωπικές επαφές.

Το λειτουργικό περιθώριο κέρδους φαίνεται να κυμαίνεται από 12% έως 30%, λαμβάνοντας μια μέση τιμή 20%. Συνεπώς, το λειτουργικό κόστος ανέρχεται σε 80%. Σε αυτή τη βάση, δεδομένου ότι ο συνολικός κύκλος εργασιών ανήλθε σε 1,8

δισ. € περίπου, το 2009, το λειτουργικό κόστος εκτιμάται προσεγγιστικά σε 1,44 δισ. €. Υπό την παραδοχή ότι το κόστος αποσβέσεων ανέρχεται σε 20% του λειτουργικού κόστους και ότι οι επενδύσεις σε μέτρα περιορισμού των εκπομπών σκόνης ανέρχονται στο 5% περίπου της συνολικής επένδυσης και αυξάνονται κατά 25%, το επιπρόσθετο κόστος σε ετήσια βάση εκτιμάται σε 3.600.000 € περίπου.

v. Απώλεια ημερών εργασίας λόγω ακραίων συνθηκών

Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις οι απώλειες εμπορεύσιμου προϊόντος μπορεί να ανέλθουν σε 97.000 tn tn περίπου, ήτοι περίπου 0,1% της συνολικής παραγωγής (ΣΜΕ, 2010). Λαμβάνοντας μια μέση ανηγμένη εκτιμώμενη αξία ανά tn εμπορεύσιμου προϊόντος βάσει του συνολικού κύκλου εργασιών, το κόστος αυτό μπορεί να ανέλθει σε 1,8 εκατ. € περίπου.

vi. Ενίσχυση μέτρων και δράσεων προστασίας και αποκατάστασης του περιβάλλοντος

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα αναμενόμενα προβλήματα στα ζητήματα προστασίας και αποκατάστασης του περιβάλλοντος λαμβάνονται υπόψη στοιχεία του ΣΜΕ (2010) αναφορικά με τις δαπάνες αποκατάστασης ορυχείων και προστασίας περιβάλλοντος. Για το 2009 το συνολικό κόστος ήταν 9,4 εκατ. ε περίπου, το οποίο αντιστοιχεί σε 0,1 € ανά tn εμπορεύσιμου προϊόντος. Ως συντηρητική προσέγγιση θα μπορούσε να ληφθεί μια αύξηση των εν λόγω δαπανών κατά 50% για την αντιμετώπιση των προβλημάτων διάβρωσης, άρδευσης, διαχείρισης υγρών αποβλήτων, κ.λπ. Συνεπώς μια εκτίμηση του επιπρόσθετο κόστους είναι 4,7 εκατ. € περίπου.

3.3.2 Έμμεσες επιπτώσεις

Όπως αναφέρθηκε, οι έμμεσες επιπτώσεις σχετίζονται με την προσπάθεια αναστροφής των αρνητικών επιπτώσεων των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Όσον αφορά στην οικονομική εκτίμηση των έμμεσων επιπτώσεων από τη μείωση της παραγωγής, η ανάλυση περιορίστηκε στον κλάδο των ενεργειακών ορυκτών λόγω έλλειψης δεδομένων για τις υπόλοιπες συνιστώσες του εξορυκτικού κλάδου. Ωστόσο, πραγματοποιείται αποτίμηση των οικονομικών επιπτώσεων για τον κλάδο συνολικά, σε σχέση με την αύξηση του κόστους ενέργειας, με τη βοήθεια Πινάκων Εισροών – Εκροών για την ελληνική οικονομία.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις (Λεονάρδος, άγνωστο), το λειτουργικό κόστος παραγωγής λιγνίτη ανέρχεται σε 12 €/tn περίπου και η «τιμή πώλησης» (κόστος καυσίμου για λιγνιτικό ΑΗΣ) σε 16 €/tn. Συνεπώς, μείωση της εξορυκτικής δραστηριότητας κατά

17,5 εκατ. tn και 27,3 εκατ. tn λιγνίτη, αντίστοιχα για τα έτη 2020 και 2030, θα επιφέρει απώλεια κερδών (μεικτών) της τάξης των 70 και 109,2 εκατ. €, σε ετήσια βάση, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς. Δεδομένου όμως ότι μεταξύ 2019-2022 θα κλείσουν εννέα λιγνιτικές μονάδες λόγω προβλημάτων με το θείο (Καρδιά 1, 2, 3 & 4 – Αμύνταιο 1 & 2 – Άγιος Δημήτριος 1, 2 &3), ως οικονομική επίπτωση λόγω του περιορισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου λαμβάνεται το ποσό των 39,2 εκατ. €, το οποίο αντιστοιχεί στη μείωση της παραγωγής μεταξύ 2020 – 2030.

Η εξορυκτική βιομηχανία, σύμφωνα με στοιχεία του ΣΜΕ (2010), καταναλώνει ετησίως 20,16 δισ. MJ. Ωστόσο, δεν διαχωρίζεται τι ποσοστό αυτής της ενέργειας αφορά σε ηλεκτρισμό. Έτσι, για να εκτιμηθούν οι οικονομικές επιπτώσεις για το σύνολο του κλάδου, εξαιτίας της αύξησης του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία με βάση εκτιμήσεις θα ανέλθει σε 25%-30%, αξιοποιήθηκε ο πλέον πρόσφατος πίνακας εισροών - εκροών για την Ελληνική οικονομία (έτος 2005), ο οποίος έχει εκδοθεί από τη Eurostat και περιλαμβάνει 59 κλάδους οικονομικής δραστηριότητας.

Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκαν οι δαπάνες της εξορυκτικής βιομηχανίας σε βασικές τιμές, για αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Οι δαπάνες αυτές, για το έτος 2005, ανήλθαν σε 113 εκατ. €. Η συνολική ποσότητα εμπορεύσιμων προϊόντων ήταν περίπου 110 εκατ. tn και συνεπώς το ανηγμένο κόστος ηλεκτρισμού ήταν της τάξης των 1,03 €/tn.

Υπό την παραδοχή ότι το κόστος αυτό θα αυξηθεί κατά 30% (ήτοι κατά 0,3 €/tn περίπου) και λαμβάνοντας μια ετήσια παραγωγή 90 εκατ. tn, η επιβάρυνση για το σύνολο του κλάδου ανέρχεται σε 27 εκατ. € ετησίως.

Το κόστος από την απώλεια θέσεων απασχόλησης, λόγω της μείωσης της δραστηριότητας του λιγνίτη, επιβαρύνει κυρίως κόστος την κοινωνία και όχι την εξορυκτική βιομηχανία (πλην των αποζημιώσεων) και εκτιμάται σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν αναφερθεί σε 9,8 εκατ. € για το 2020 και 15,2 εκατ. € για το 2030, αντίστοιχα.

Το κόστος από την προσπάθεια συμβολής του κλάδου στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, βασικά μέσα από τη χρήση εξοπλισμού νέας τεχνολογίας, δεν έχει εκτιμηθεί. Παρά το γεγονός ότι θα υπάρξει κάποια επιβάρυνση, με τη σταδιακή βελτίωση και υιοθέτηση των τεχνολογικών λύσεων το κόστος αυτό θα τείνει να μειωθεί.

3.3.3 Εκτίμηση της συνολικής οικονομικής ζημιάς

Η συνολική οικονομική ζημιά υπολογίστηκε στη βάση της Παρούσας Αξίας των ετήσιων οικονομικών επιβαρύνσεων για την περίοδο 2021-2050 και, ακολούθως, το ποσό αυτό εκφράστηκε σε παρούσα αξία για το έτος 2010. Οι υπολογισμοί έγιναν με τις ακόλουθες παραδοχές:

Άμεσες επιπτώσεις

i. Καταστροφές υποδομών: παρούσα αξία ενός ατυχήματος κόστους 15 εκατ. €. Το κόστος αυτό στηρίζεται στην παραδοχή ότι θα υπάρξει ένα σοβαρό ατύχημα μέσα σε αυτήν την περίοδο, το κόστος του οποίου προσδιορίστηκε από συναφή περιστατικά.

ii. Δασικές πυρκαγιές: δεν αποτιμήθηκαν

iii. Μείωση διαθέσιμων υδατικών πόρων: ετήσιο κόστος 6,8 εκατ. € για την προμήθεια νερού σε υψηλότερη τιμή.

iv. Αύξηση εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων: ετήσιο κόστος 3,6 εκατ. € για τη λήψη περιοριστικών μέτρων των εκπομπών σκόνης.

v. Απώλεια ημερών εργασίας λόγω ακραίων συνθηκών: ετήσιο κόστος 1,8 εκατ. € λόγω μείωσης της παραγωγής.

vi. Ενίσχυση περιβαλλοντικών μέτρων και δράσεων: ετήσιο κόστος 4,7 εκατ. € για τη λήψη επιπρόσθετων μέτρων που σχετίζονται με την περιβαλλοντική προστασία και αποκατάσταση.

Έμμεσες επιπτώσεις

Επιβάρυνση ηλεκτρικής ενέργειας: ετήσιο κόστος 27 εκατ. €

Πρέπει να σημειωθεί ότι στους υπολογισμούς δεν ελήφθησαν υπόψη οι απώλειες εσόδων λόγω μείωσης της παραγωγής λιγνίτη για δύο λόγους:

- η μείωση της ηλεκτροπαραγωγής από λιγνίτη, σε ένα σημαντικό βαθμό, επιβάλλεται για περιβαλλοντικούς λόγους που δεν σχετίζονται με την κλιματική μεταβολή
- η μείωση της εξόρυξης του λιγνιτικού κοιτάσματος σε ετήσια βάση, για δεδομένα αποθέματα, επιμηκύνει τη διάρκεια της εκμετάλλευσης. Επομένως, τα έσοδα από την εκμετάλλευση του κοιτάσματος δεν χάνονται αλλά μετατίθενται χρονικά.

Είναι προφανές ότι σε όρους παρούσας αξίας θα υπάρξει μια διαφοροποίηση στο οικονομικό αποτέλεσμα από τη μείωση της παραγωγής, έστω και αν αποληφθεί το σύνολο των αποθεμάτων του κοιτάσματος. Εξαιτίας όμως του πρώτου παράγοντα (κλείσιμο μονάδων για περιβαλλοντικούς λόγους πλην κλιματικής μεταβολής), στο πλαίσιο του μακροπρόθεσμου σχεδιασμού της εκμετάλλευσης μπορεί ήδη να έχει καθοριστεί ο βέλτιστος ρυθμός εξάντλησης των κοιτασμάτων ώστε να μεγιστοποιηθεί το οικονομικό αποτέλεσμα για το φορέα της εκμετάλλευσης.

Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν δύο επιτόκια προεξόφλησης, 1% και 3%, για να διερευνηθεί η ευαισθησία των αποτελεσμάτων συγκριτικά με εναλλακτικούς ρυθμούς προεξόφλησης μελλοντικών οικονομικών μεγεθών.

Τα αποτελέσματα παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες (Πiν. 8 και 9).

Πίνακας 8. Εκτίμηση παρούσας αξίας οικονομικών επιπτώσεων (ε=1%)

	2021	**2010**
Άμεσες επιπτώσεις		
i. Καταστροφές υποδομών	-15.000.000	-13.450.000
ii. Δασικές πυρκαγιές	0	0
iii. Μείωση διαθέσιμων υδατικών πόρων	-170.450.000	-152.780.000
iv. Αύξηση εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων	-9.030.000	-8.090.000
v. Απώλεια ημερών εργασίας λόγω ακραίων συνθηκών	-90.240.000	-80.890.000
vi. Ενίσχυση περιβαλλοντικών μέτρων και δράσεων	-117.810.000	-105.600.000
Σύνολο άμεσων επιπτώσεων	*-438.620.000*	*-393.170.000*
Έμμεσες επιπτώσεις		
Επιβάρυνση ηλεκτρικής ενέργειας	-676.780.000	-606.620.000
ΣΥΝΟΛΟ	**-1.115.400.000**	**-999.790.000**

Πίνακας 9. Εκτίμηση παρούσας αξίας οικονομικών επιπτώσεων (ε=3%)

	2021	**2010**
Άμεσες επιπτώσεις		
i. Καταστροφές υποδομών	-15.000.000	-10.840.000
ii. Δασικές πυρκαγιές	0	0
iii. Μείωση διαθέσιμων υδατικών πόρων	-130.490.000	-94.270.000
iv. Αύξηση εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων	-69.080.000	-49.910.000
v. Απώλεια ημερών εργασίας λόγω ακραίων συνθηκών	-34.540.000	-24.960.000
vi. Ενίσχυση περιβαλλοντικών μέτρων και δράσεων	-90.190.000	-65.160.000
Σύνολο άμεσων επιπτώσεων	*-339.300.000*	*-245.140.000*
Έμμεσες επιπτώσεις		
Επιβάρυνση ηλεκτρικής ενέργειας	-518.090.000	-374.280.000
ΣΥΝΟΛΟ	**-857.390.000**	**-619.420.000**

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η παρούσα αξία της εκτιμώμενης ζημιάς ανέρχεται σε 1 δισ. € περίπου με επιτόκιο προεξόφλησης 1% και σε 620 εκατ. € περίπου με επιτόκιο προεξόφλησης 3%.

4 Προσαρμογή και μετριασμός επιπτώσεων

Όπως αναδείχθηκε στις προηγούμενες ενότητες, οι εξορυκτικές επιχειρήσεις είναι ευαίσθητες στα ζητήματα της κλιματικής μεταβολής. Έντονες βροχοπτώσεις θα διαβρώνουν το εσωτερικό δίκτυο μεταφοράς, αυξημένες περίοδοι ξηρασίας θα θέτουν σε κίνδυνο τα έργα αποκατάστασης, δασικές πυρκαγιές θα περιορίζουν τη δυνατότητα επέκτασης των μεταλλευτικών έργων. Επιπλέον, οι καιρικές μεταβολές μπορούν να επιδράσουν στην παραγωγικότητα του εξοπλισμού και του προσωπικού

και να εξαναγκάσουν τις επιχειρήσεις σε επιπρόσθετες επενδύσεις, π.χ. για την κατασκευή κλειστών μεταφορικών ταινιών ή για την ενίσχυση της ασφάλειας συνοδών έργων. Όλες οι παραπάνω επιπτώσεις θα επιδράσουν τελικά και στα οικονομικά μεγέθη του κλάδου κι ενδεχομένως και στη βιωσιμότητα μεμονωμένων επιχειρήσεων (Auld et al., 2006, Pearce et al., 2009, Ford et al., 2010).

Η συζήτηση για την προσαρμογή της εξορυκτικής βιομηχανίας στην κλιματική μεταβολή έχει ξεκινήσει σε διεθνές επίπεδο αλλά τα μέχρι τώρα αποτελέσματα μπορούν να χαρακτηριστούν μάλλον φτωχά. Ορισμένες επιχειρήσεις που υφίστανται ήδη τις επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος (π.χ. μεταλλεία στις βόρειες περιοχές του Καναδά) λαμβάνουν μέτρα προσαρμογής και μετριασμού των επιπτώσεων σε βραχυπρόθεσμη βάση και χωρίς μακρόπνοο σχεδιασμό (Ford et al., 2010). Επιπλέον, αν και υπάρχουν πολλές εξορυκτικές επιχειρήσεις που αναγνωρίζουν το ρόλο που θα διαδραματίσει η κλιματική μεταβολή στη βιωσιμότητα της βιομηχανίας, πολύ λίγες σχεδιάζουν την προσαρμογή τους στις νέες συνθήκες. Συμπερασματικά, φαίνεται να υπάρχει μια γενική αίσθηση του προβλήματος, η οποία όμως δεν έχει ενεργοποιήσει τα αντανακλαστικά του κλάδου (Ford et al., 2010).

Όσον αφορά στο μετριασμό των επιπτώσεων, οι μέχρι σήμερα προσπάθειες της βιομηχανίας εξόρυξης επικεντρώνονται σχεδόν αποκλειστικά σε δεσμεύσεις και ενέργειες που σχετίζονται με τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (Williamson et al., 2005, MAC, 2007, Ford et al., 2010). Το γεγονός αυτό δεν είναι τυχαίο, αφού σε πολλές περιπτώσεις βελτιώνει την εικόνα του εξορυκτικού κλάδου στην κοινωνία, διευκολύνει την εφαρμογή συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης και προστατεύει τις επιχειρήσεις από την έκθεσή τους στη σχετική με τα αέρια του θερμοκηπίου μεταβαλλόμενη νομοθεσία. Μάλιστα, είναι ενδιαφέρον ότι σε κάποιες έρευνες οι υπεύθυνοι λειτουργίας και διοίκησης των μονάδων αναγνωρίζουν τις δράσεις περιορισμού των αερίων του θερμοκηπίου ως αποκλειστικό στόχο των επιχειρήσεών τους.

Η έμφαση όμως στον περιορισμό των εκπομπών δρα σε βάρος των μέτρων προσαρμογής. Η συμπεριφορά αυτή, σύμφωνα με τους Pearce et al. (2009) οφείλεται, σε κάποιο βαθμό, στην ελλιπή γνώση των εργαζομένων στη βιομηχανία (κυρίως αυτών που είναι υπεύθυνοι για την καθημερινή λειτουργία) γύρω από τα ζητήματα των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στον εξορυκτικό κλάδο. Οφείλεται επίσης και στο γεγονός ότι η ικανότητα της εξορυκτικής βιομηχανίας να προσαρμοστεί στην κλιματική μεταβολή είναι συνάρτηση πολλών παραμέτρων μεταξύ των οποίων οι τεχνολογικές λύσεις που θα αναπτυχθούν στο εγγύς και απώτερο μέλλον, τα κίνητρα αντιμετώπισης των κλιματικών κινδύνων, αλλά και άλλες μη κλιματικές παράμετροι (π.χ. παγκόσμιες αγορές ορυκτών υλών, λειτουργικά κόστη, ανάπτυξη της αγοράς ασφάλισης μεταλλευτικών έργων έναντι περιβαλλοντικών κινδύνων, κ.ά.) (Pearce et al., 2011).

Όλες οι ενδείξεις οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η κλιματική μεταβολή θα έχει σημαντική επίδραση στην εξορυκτική βιομηχανία, στο εγγύς και απώτερο μέλλον. Σε

ότι αφορά στην ελληνική εξορυκτική δραστηριότητα το κόστος αυτών των επιπτώσεων, ως τάξη μεγέθους, κυμαίνεται μεταξύ 0,6 και 1 δισ. € (αναλόγως του χρησιμοποιούμενου επιτοκίου προεξόφλησης), ήτοι 0,2 - 0,4% του ΑΕΠ και προφανώς θα είναι ανάλογο με την ένταση και τη συχνότητα εμφάνισης των καταστάσεων που περιγράφηκαν στις προηγούμενες ενότητες. Το έμμεσο κόστος μετριασμού των επιπτώσεων που θα βαρύνει την εξορυκτική βιομηχανία κυμαίνεται μεταξύ 374 – 607 εκατ. €, αναλόγως του επιτοκίου προεξόφλησης. Το κόστος προσαρμογής στις αναμενόμενες κλιματικές μεταβολές εκτιμάται μεταξύ 245 και 393 εκατ. €, περίπου.

Συμπερασματικά, πρέπει άμεσα να ληφθούν μέτρα, τα οποία αν και σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα θα επιδεινώσουν τα οικονομικά μεγέθη των επιχειρήσεων, σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα θα αποφέρουν πολλαπλάσια οφέλη. Εξάλλου, όπως σημειώνουν οι Stern & Taylor (2007) στη γενική βιβλιογραφία για την κλιματική μεταβολή καθίσταται εμφανές ότι τα κόστη και οι δυσκολίες προσαρμογής αυξάνονται σημαντικά με την πάροδο του χρόνου.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

Eriksson, N. and Adamek, P. (2000). The tailings pond failure at the Aznalcóllar mine, Spain, Sixth International Symposium in Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production, Calgary, Alberta, Canada.

Ford, J., Pearce, T., Prno, J., Duerden, F., Berrang Ford, L. Smith, T. and Beaumier, M. (2011). Canary in a coal mine: perceptions of climate change risks and response options among Canadian mine operations, Climatic Change, pp. 1-17. doi:10.1007/s10584-011-0029-5.

Ford, J., Pearce, T., Prno, J., Duerden, F., Berrang Ford, L., Beaumier, M. and Smith, T. (2010). Perceptions of climate change risks in primary resource use industries: a survey of the Canadian mining sector, Regional Environmental Change, 10(1), pp. 65-81, DOI: 10.1007/s10113-009-0094-8.

Ghose, M. (2004). Emission factors for the quantification of dust in Indian coal mines, Journal of Scientific and Industrial Research, 63, pp. 763-768.

IPCC (2007). Climate change 2007: the physical science basis. In: Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva.

Mining Association of Canada (MAC) (2007).Towards sustainable mining - progress report 2007, Available from: http://www.mining.ca/www/_news/news_502.php (πρόσβαση: Απρίλιος 2011).

Moriondo, M., Good, P., Durao, R., Bindi, M., Giannakopoulos, C. and Corte Real J. (2006). Potential impact of climate change on forest fire risk in Mediterranean area, Climate Research, Special issue 13, 31, pp. 85-95.

Pearce, T., Ford, J., Duerden, F., Prno, J. (2009) Climate change impacts and adaptations in the Canadian mining sector. Report for the David Suzuki Foundation.

Pearce,T., Ford, J. Prno, J., Duerden,F., Pittman, J., Beaumier, M., Berrang-Ford, L. and Smit, B. (2011). Climate change and mining in Canada, Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 16(3), pp. 347-368(22).

Prommer, M. and Skwarek, K. (2001). Report on the Economic and Social Impacts of the Cyanide Spill and Heavy Metal Pollution on River Tisza, Report prepared for the Center for Environmental Studies (KTK-CES) of the World Wide Fund for Nature in the year 2000.

Sauchyn, D. and Kulshreshtha, S. (2008): Prairies, in From Impacts to Adaptation: Canada in a Changing Climate 2007, edited by D.S. Lemmen, F.J.Warren, J. Lacroix and E. Bush, Government of Canada, Ottawa, ON, pp. 275-328.

Tourkolias, C., Mirasgedis, S., Damigos, D., and Diakoulaki, D. (2009). Employment benefits of electricity generation: A comparative assessment of lignite and natural gas power plants in Greece, Energy Policy, 37(10), pp. 4155–4166.

US Environmental Protection Agency - USEPA (1995). Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, available at: http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/ (πρόσβαση: Απρίλιος 2011).

Williamson, T.B, Parkins, J.R,, McFarlane, B.L. (2005). Perceptions of climate risk to forest ecosystems and forest-based communities, Forestry Chronicle, 81(5), pp. 710-716.

Ελληνική

Βαγιωνά, Δ., Μυλόπουλος, Γ. (2005). Ζήτηση του Νερού και Τιμολογιακή Πολιτική στο Βιομηχανικό Τομέα, Heleco '05, ΤΕΕ, Αθήνα, 3-6 Φεβρουαρίου, σελ. 1-9.

Λεονάρδος, Μ. (άγνωστο). Λιγνιτωρυχεία της ΔΕΗ – Παράγοντας ενεργειακής ασφάλειας για τη χώρα και μοχλός οικονομικής ανάπτυξης στη Δυτική Μακεδονία – Προοπτικές, διαθέσιμο στη διεύθυνση: http://www.scribd.com/doc/33996525/%CE%95%CE%9B%CE%9B%CE%97%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%9F%CE%A3-%CE%9B%CE%99%CE%93%CE%9D%CE%99%_CE%A4%CE%97%CE%A3-%CE%9B%CE%95%CE%9F%CE%9D%CE%91%CE%A1%CE%94%CE%9F%CE%A3-%CE%9C%CE%91%CE%A1%CE%99%CE%9F%CE%A3

Στουρνάρας Γ. (2010). Παρατηρήσεις – Κλιματικές μεταβολές. Τελικό παραδοτέο, ΕΜΕΚΑ. ΤτΕ, Αθήνα.

Τζεφέρης, Π. (2009). Η Εξορυκτική/Μεταλλουργική Δραστηριότητα στην Ελλάδα – Στατιστικά Δεδομένα 2007-2008, Ορυκτός Πλούτος, 153, σελ. 1 – 16.

Τουρκολιάς Χ. (2010). Ανάπτυξη μεθοδολογικού πλαισίου για την αποτίμηση περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων της ηλεκτροπαραγωγής. Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα.