

**ΜΑΘΗΜΑ: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ (Γ 0101)**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ  
2009**



**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Μ. ΣΤΑΜΑΤΑΚΗΣ  
Δρ. Δ. ΑΛΕΞΑΚΗΣ & Χ. ΒΑΣΙΛΑΤΟΣ**

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Στα πλαίσια αναβάθμισης του προγράμματος σπουδών του Τμήματός μας, το μάθημα «Ενεργειακές Πρώτες Ύλες» αντικατέστησε το έως τώρα διδασκόμενο μάθημα «Κοιτασματολογία Ενεργειακών Πρώτων Υλών». Στο νέο μάθημα εισήχθησαν εργαστηριακές ασκήσεις που αφορούν τον υπολογισμό αποθεμάτων, τη μελέτη εκμεταλλευσιμότητας ενός λιγνιτικού πεδίου, τη σχεδίαση γεωλογικών τομών με βάση γεωτρητικά στοιχεία σε λιγνιτικά πεδία, την επιλογή πιθανών λιγνιτικών λεκανών για διενέργεια έρευνας με γεωλογικά κριτήρια, τη μακροσκοπική αναγνώριση διαφόρων τύπων γαιανθράκων, τον προσδιορισμό και πιθανή χρήση των ανόργανων ορυκτών που συνοδεύουν το λιγνίτη, καθώς και το προϊόν που προκύπτει από την καύση του «ιπτάμενη τέφρα- fly-ash». Στόχος μας είναι ο εμπλουτισμός των γνώσεων των φοιτητών σε ένα τόσο καίριο θέμα που είναι η έρευνα και αξιολόγηση λιγνιτικών αποθέσεων.

## Εκμεταλλεύσιμο λιγνιτικό κοίτασμα

Η εκμεταλλευσιμότητα ή όχι ενός κοιτάσματος λιγνίτη ή γαιάνθρακα γενικότερα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες: τεχνικούς, οικονομικούς, γεωλογικούς. Επίσης, ένας άλλος βασικός παράγοντας είναι η μέθοδος εκμετάλλευσης. Έτσι, άλλες προδιαγραφές αξιολόγησης εφαρμόζονται στην περίπτωση που το κοίτασμα προορίζεται προς αξιοποίηση με τεχνικές υπόγειας εκμετάλλευσης και άλλες όταν το κοίτασμα προορίζεται προς εκμετάλλευση με τεχνικές υπαίθριας εξόρυξης.

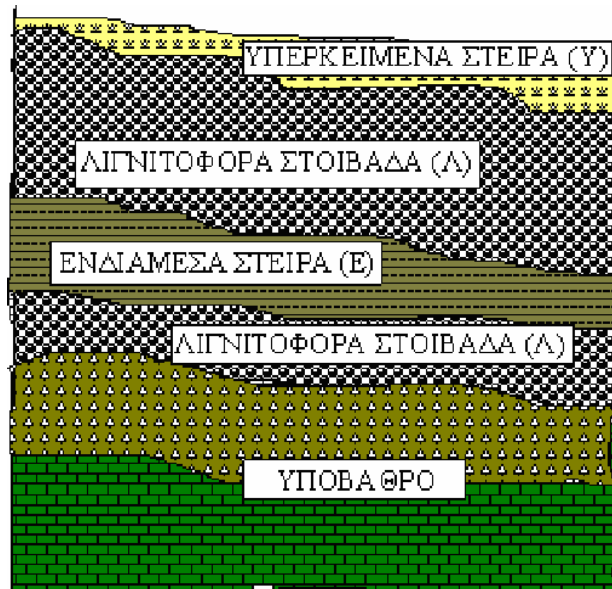
Αν και οι εκμεταλλεύσεις λιγνίτη στη χώρα μας κατά το παρελθόν ήταν κυρίως υπόγειες, σήμερα, στο σύνολο των λιγνιτικών κοιτασμάτων γίνεται υπαίθρια εκμετάλλευση. Εν τούτοις, τη δεκαετία του '90, στην περιοχή Κύμης Ευβοίας, λειτούργησε, για μικρό χρονικό διάστημα, λιγνιτωρυχείο όπου η εκμετάλλευση ήταν υπόγεια. Ο λιγνίτης πωλείτο σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής της ΔΕΗ, όπου μεταφέρονταν με φορτηγά.

Βασισμένοι σε αυτά τα στοιχεία, στην άσκηση 1 θα πρέπει να αποφασίσει ο φοιτητής για τη βιωσιμότητα και το είδος της εκμετάλλευσης λιγνιτικών στρωμάτων. Στις ασκήσεις 2 & 3 αναφέρονται οι προδιαγραφές και οι τεχνικές αξιολόγησης λιγνιτικών αποθέσεων που προορίζονται για υπαίθρια εκμετάλλευση.

Σύμφωνα με τις σημερινές οικονομοτεχνικές συνθήκες, ένα τμήμα της λιγνιτικής απόθεσης κρίνεται σαν οικονομικά εκμεταλλεύσιμη [κοίτασμα] με υπαίθρια εξόρυξη, εάν για το τμήμα αυτό η γραμμική σχέση άγονων υλικών (δηλαδή υπερκείμενων (Y) και ενδιάμεσων (E) στειρών) προς απολήψιμο λιγνίτη (Λ) σε μέτρα,  $[(Y+E)/\Lambda]$ , φθάνει μέχρι 15:1 (Σχήμα 1). Έτσι, αν ο λόγος είναι μεγαλύτερος σε τμήμα ή στο σύνολο της απόθεσης, ο λιγνίτης δεν εξορύσσεται με τις **σημερινές** τεχνικο-οικονομικές συνθήκες.

Η σχέση εκμεταλλευσιμότητας αυτή, είναι δυνατό στο εγγύς μέλλον να υποστεί αυξομειώσεις που έχουν σαν αποτέλεσμα συνήθως τη διεύρυνση του τμήματος εκείνου της λιγνιτικής απόθεσης που μπορεί να είναι οικονομικά εκμεταλλεύσιμο.

Αυτό εξηγείται εάν λάβουμε υπόψη μας ότι η τιμή των υγρών καυσίμων είναι στενά συνδεδεμένη με την αξία των στερεών καυσίμων.



Σχήμα 1: Η διάταξη των υπερκείμενων [Y] και ενδιάμεσων [E] στειρών στη λιγνιτοφόρα στοιβάδα [Λ] που εδώ αποτελείται από 2 στρώματα λιγνίτη.

## Κατηγορίες αποθεμάτων

Σαν **γεωλογικό απόθεμα**, στην περίπτωση λιγνιτικών αποθέσεων, εννοείται η ποσότητα του λιγνίτη η οποία έχει διαπιστωθεί στη λιγνιτοφόρα στοιβάδα της λεκάνης. Για τον υπολογισμό του γεωλογικού αποθέματος λαμβάνονται υπόψη όλα τα στρώματα του λιγνίτη, με πάχος >5cm.

Σαν **απολήψιμο απόθεμα** ορίζεται η ποσότητα του λιγνίτη η οποία είναι δυνατόν να εξορυχθεί με οικονομικούς όρους. Για τον υπολογισμό του απολήψιμου αποθέματος λαμβάνονται υπόψη μόνο εκείνα τα στρώματα του λιγνίτη που πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις πάχους (συνήθως με πάχος >20cm και με τέφρα <55%).

Μέχρι σήμερα δεν έχει καθορισθεί μία ενιαία ταξινόμηση, έτσι κάθε κράτος εφαρμόζει διαφορετικές προδιαγραφές για τον καθορισμό των αποθεμάτων του. Οι κυριότερες από τις γνωστές κατηγοριοποιήσεις αποθεμάτων παραθέτονται παρακάτω.

Σύμφωνα με το Bureau of Mines και το USGS, τα κοιτάσματα ταξινομούνται ως εξής :

α) **Βέβαια αποθέματα (measured ore)**. Πρόκειται για αποθέματα που έχουν προσδιορισθεί με πυκνό δίκτυο γεωτρήσεων και επίσης πυκνό δίκτυο σημείων παρατήρησης. Το πυκνό δίκτυο της δειγματοληψίας επιτρέπει τον επαρκή προσδιορισμό όλων των παραμέτρων του κοιτάσματος. Τα σφάλματα υπολογισμού είναι πολύ μικρά.

β) **Πιθανά αποθέματα (Indicated ore)**. Πρόκειται για αποθέματα που έχουν προσδιορισθεί με αραιό δίκτυο γεωτρήσεων. Το αραιό δίκτυο των γεωτρήσεων δεν επιτρέπει την ακριβή περιχάραξη του κοιτάσματος, τα σφάλματα υπολογισμού είναι μεγαλύτερα από την προηγούμενη κατηγορία.

γ) **Δυνατά αποθέματα (Inferred ore)**. Ο προσδιορισμός τους βασίζεται μόνο σε γεωλογικά κριτήρια. Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει όριο ανεκτού σφάλματος, αλλά όριο ανοχής της δεδομένης γεωλογικής εκτίμησης.

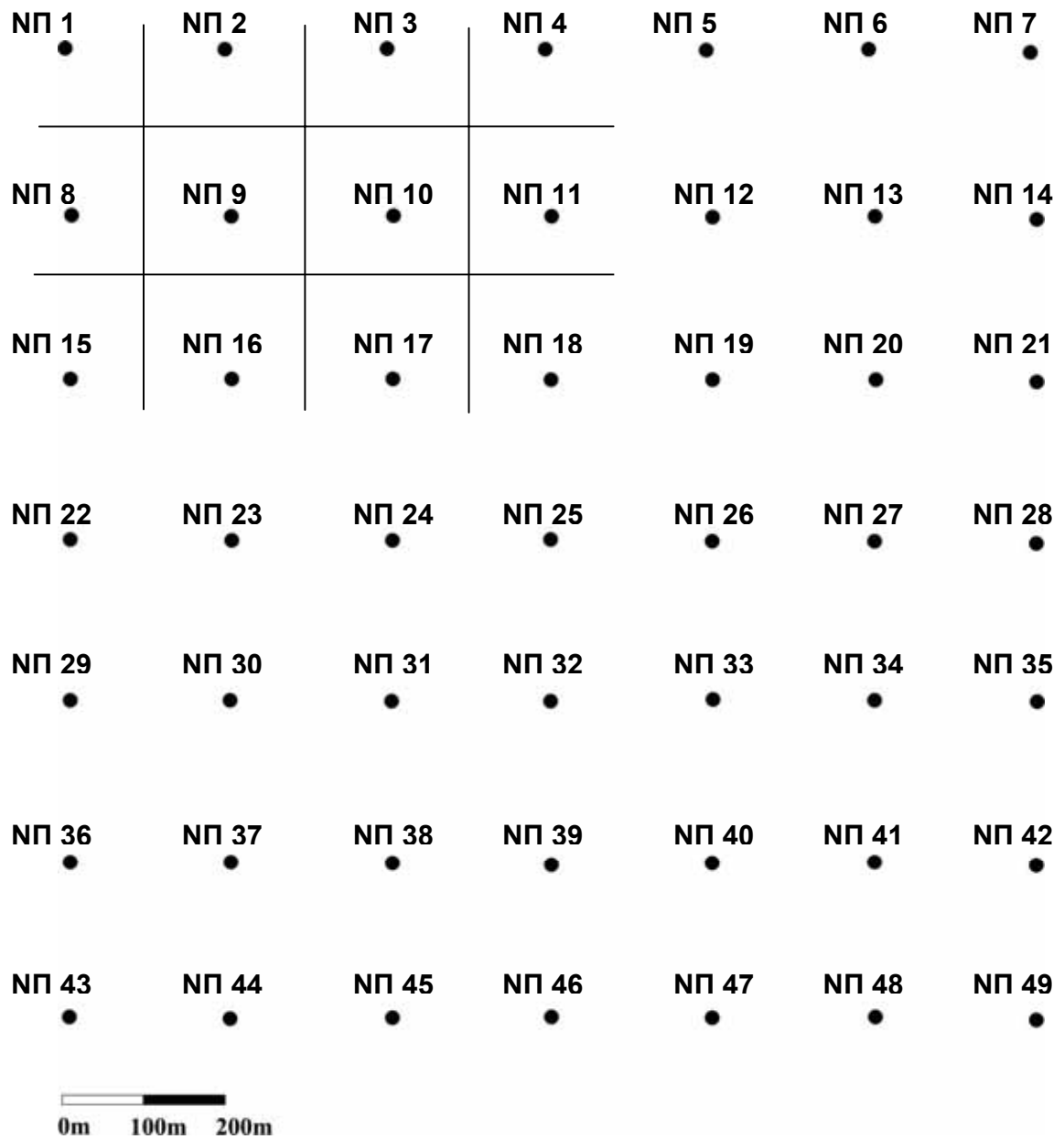
## Υπολογισμός αποθεμάτων

Για τον υπολογισμό των αποθεμάτων μιας λιγνιτοφόρας λεκάνης εφαρμόζονται διάφορες κλασσικές μέθοδοι, με πιο γνωστή αυτή **των τριγώνων ή πολυγώνων επιρροής**. Σήμερα υπάρχουν ειδικά προγράμματα Η/Υ **τρισδιάστατης απεικόνισης και υπολογισμού** όγκων, τα οποία υπολογίζουν με μεγάλη ακρίβεια τα αποθέματα, ενώ είναι δυνατόν να διαχωριστούν και ποιότητες υλικού στο ίδιο απόθεμα. Αυτό έχει μεγάλη σημασία για την αξιοποίηση μιας πρώτης ύλης, μια και διαφορετικές ποιότητες υλικού έχουν διαφορετικές τιμές και συνήθως βρίσκουν διαφορετικές βιομηχανικές εφαρμογές.

Η **μέθοδος των πολυγώνων επιρροής** εφαρμόζεται όταν χρειάζεται να γίνει εκτίμηση μόνο των αποθεμάτων. Εφαρμόζεται λοιπόν κατά το αναγνωριστικό στάδιο όπου τα σημεία παρατήρησης (γεωτρήσεις) δεν είναι τόσο πυκνά και οι χάρτες των ισοπαχών καμπυλών απολήψιμου ή και γεωλογικού λιγνίτη δεν έχουν ολοκληρωθεί.

Τα πολύγωνα επιρροής σχηματίζονται χαράζοντας τις μεσοκάθετες στις αποστάσεις κάθε ζεύγους γεωτρήσεων του δικτύου, επάνω στον “χάρτη δικτύου γεωτρήσεων” (σχήμα 2). Με τον παραπάνω τρόπο κάθε γεώτρηση του δικτύου περικλείεται από ένα πολύγωνο η κάθε πλευρά του οποίου, είναι η μεσοκάθετος στην απόσταση της γεώτρησης, από τις διπλανές γεωτρήσεις.

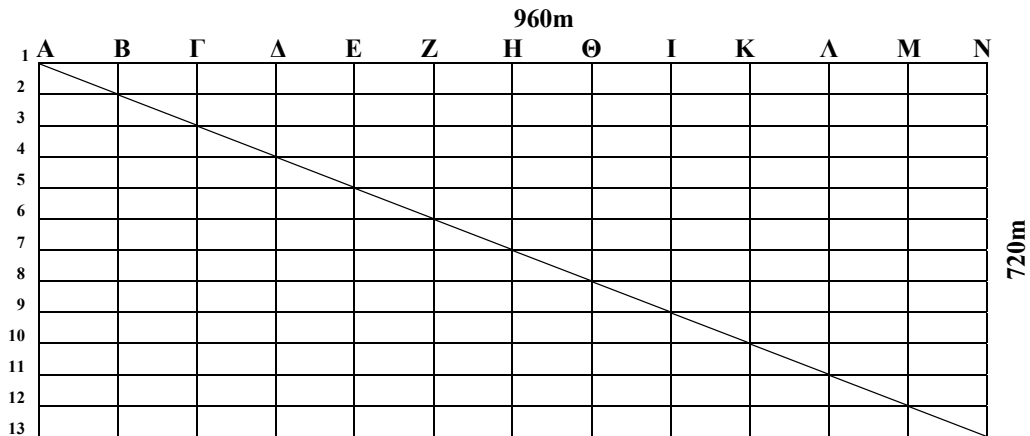
Το απόθεμα υπολογίζεται αθροίζοντας τα επιμέρους γινόμενα του πάχους του λιγνίτη κάθε γεώτρησης επί το εμβαδόν του πολύγώνου επιρροής της γεώτρησης (πάχος  $X$  εμβαδόν), ο αριθμός που προκύπτει είναι όγκος εκφρασμένος σε  $m^3$ . Για να γίνει η μετατροπή του αποθέματος σε βάρος εκπεφρασμένο σε τόνους, πολλαπλασιάζεται ο αριθμός που προέκυψε από το άθροισμα των γινομένων με το μέσο ειδικό βάρος του λιγνίτη.



Σχήμα 2: Χάραξη μεσοκαθέτων σε χάρτη δικτύου γεωτρήσεων

## ΑΣΚΗΣΗ 1<sup>H</sup>

Θεωρούμε ότι στην περιοχή Σαρανταπόρου-Ελασσόνας και στα πλαίσια έρευνας για τον εντοπισμό λιγνιτικών σωμάτων, πραγματοποιήθηκε γεωτρητικό πρόγραμμα σε κάναβο έκτασης 960m X 720m, όπως ακολουθεί:



Η τομή A<sub>1</sub>-N<sub>13</sub> κρίθηκε αντιπροσωπευτική για να περιγράψει τα τεχνικά στοιχεία των λιγνιτικών στρωμάτων που εντοπίστηκαν.

Κατωτέρω περιγράφονται τα στοιχεία που προέκυψαν από τις γεωτρήσεις,

[σύμβολα: ΠΚ = πλευρικά κορήματα, Α/Μ = ασβεστομάργα, Λ= λιγνίτης, ΑΘΙ = ανώτερη θερμαντική ικανότητα]

Γεώτρηση Α1	Γεώτρηση Β2	Γεώτρηση Γ3
Υψόμετρο 360μ. 3μ. ΠΚ 48μ. Α/Μ 15μ. Λ 60μ. Α/Μ ΑΘΙ επι ξηρού 4.440 cal/gr	Υψόμετρο 357μ. 4μ. ΠΚ 50μ. Α/Μ 10μ. Λ 55μ. Α/Μ ΑΘΙ επι ξηρού 4.030 cal/gr	Υψόμετρο 354μ. 15μ. ΠΚ 30μ. Α/Μ 16μ. Λ 50μ. Α/Μ ΑΘΙ επι ξηρού 3.840 cal/gr

Γεώτρηση Δ4	Γεώτρηση Ε5	Γεώτρηση Ζ6
Υψόμετρο 351μ. 8μ. ΠΚ 28μ. Α/Μ 14μ. Λ 57μ. Α/Μ ΑΘΙ επι ξηρού 4.440 cal/gr	Υψόμετρο 350μ. 12μ. ΠΚ 28μ. Α/Μ 21μ. Λ 43μ. Α/Μ ΑΘΙ επι ξηρού 4.850 cal/gr	Υψόμετρο 345μ. 13μ. ΠΚ 11μ. Α/Μ 14μ. Λ 35μ. Α/Μ ΑΘΙ επι ξηρού 3.780 cal/gr

Γεώτρηση Η7	Γεώτρηση Θ8	Γεώτρηση Ι9
Υψόμετρο 342μ. 14μ. ΠΚ 8μ. Α/Μ 10μ. Λ 45μ. Α/Μ ΑΘΙ επι ξηρού 4.440 cal/gr	Υψόμετρο 338μ. 16μ. ΠΚ 6μ. Λ 46μ. Α/Μ ΑΘΙ επι ξηρού 4.640 cal/gr	Υψόμετρο 336μ. 17μ. ΠΚ 63μ. Α/Μ 17μ. Λ 25μ. Α/Μ ΑΘΙ επι ξηρού 3.880 cal/gr

Γεώτρηση Κ10	Γεώτρηση Λ11	Γεώτρηση Μ12
Υψόμετρο 333μ. 18μ. ΠΚ 30μ. Α/Μ 30μ. Λ 25μ. Α/Μ ΑΘΙ επι ξηρού 4.230 cal/gr	Υψόμετρο 326μ. 16μ. ΠΚ 15μ. Α/Μ 17μ. Λ 20μ. Α/Μ ΑΘΙ επι ξηρού 4.110 cal/gr	Υψόμετρο 324μ. 21μ. ΠΚ 12μ. Λ 20μ. Α/Μ ΑΘΙ επι ξηρού 4.440 cal/gr

Γεώτρηση Ν13
Υψόμετρο 320μ. 24μ. ΠΚ 25μ. Α/Μ

1. Να σχεδιασθεί σε χαρτί μιλιμετρέ η γεωλογική τομή Α<sub>1</sub>-Ν<sub>13</sub>
2. Να ληφθεί απόφαση για επιφανειακή ή υπόγεια εκμετάλλευση των λιγνιτικών στρωμάτων, δεδομένου ότι:
  - α) για επιφανειακή εκμετάλλευση είναι απαραίτητη η σχεδόν οριζόντια διάταξη των στρωμάτων και η αποφυγή ρηγματωμένων περιοχών με άλματα >2μέτρων και σχέση αγόνων/λιγνίτη <10/1 [η σχέση 10/1 εφαρμόζεται ειδικά για την απόθεση αυτή],
  - β) για υπόγεια εκμετάλλευση απαιτούνται κλίσεις στρωμάτων <30°, μέση θερμική απόδοση επί ξηρού > 5.000cal/gr και εκμεταλλεύσιμα αποθέματα > 5.000.000 εκ. m<sup>3</sup>.
3. Διερευνήστε το ενδεχόμενο να αξιοποιηθεί μέρος του κοιτάσματος.
4. Στην περίπτωση μικρού κοιτάσματος, να διερευνηθεί σε ποιες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής μπορεί να διοχετευθεί ο εξορυσσόμενος λιγνίτης.



## ΑΣΚΗΣΗ 2<sup>H</sup> : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ ΛΙΓΝΙΤΗ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΤΩΝ ΠΟΛΥΓΩΝΩΝ ΕΠΙΡΡΟΗΣ

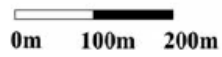
Θεωρούμε ότι υλοποιήθηκε γεωτρητικό πρόγραμμα στη λιγνιτοφόρα περιοχή της Φλώρινας σε έκταση 1200 μ χ 1200 μ και ζητείται ο υπολογισμός τεχνικών χαρακτηριστικών της λιγνιτοφόρας στοιβάδας.

### Δεδομένα

1. Δίδεται ο πίνακας με τα πάχη των υπερκειμένων, των ενδιάμεσων και του απολήψιμου λιγνίτη σε μέτρα.
2. Δίδεται ο χάρτης των γεωτρήσεων KOM1 έως KOM 49.
3. Δίδεται το ειδικό βάρος του λιγνίτη  $1.4 \text{ gr/cm}^3$ .
4. Εκμεταλλεύσιμος λιγνίτης, σχέση  $(Y+E)/\Lambda < 15/1$ .

### Ζητούμενα

1. Να υπολογισθεί η σχέση:  $(Y+E)/\Lambda$  στην προαναφερόμενη περιοχή.
2. Να γίνει εκτίμηση των απολήψιμων [εκμεταλλεύσιμων] αποθεμάτων λιγνίτη (σε τόνους) με την μέθοδο των πολυγώνων επιρροής.
3. Να διερευνηθεί το ενδεχόμενο υποβολής πρότασης συνέχισης του γεωτρητικού προγράμματος και σε ποιες περιοχές.
4. Δεδομένου ότι το εντοπισμένο κοίτασμα θα εκμεταλλευθεί από ιδιώτη ο οποίος θα πωλεί τον λιγνίτη στον ΑΗΣ Φλώρινας να προσδιορισθεί η διάρκεια ζωής του ορυχείου αν ο ανωτέρω διαθέτει 10 φορηγά με δυνατότητα μεταφοράς λιγνίτη 50τόνων/δρομολόγιο και αυτά εκτελούν 10δρομολόγια την ημέρα (θεωρούμε ότι για την απομάκρυνση των στείρων χρησιμοποιείται επιπλέον εξοπλισμός).



Αρ. Γεωτρ.	Πάχος υπερκειμένων (m) [Y]	Πάχος ενδιαμέσων (αθροιστικά) (m) [E]	Πάχος απολήξιμου λιγνίτη (αθροιστικά) (m) [A]	(Y+E)/A
KOM1	286,35	74,4	18,1	
KOM2	256	60	15	
KOM3	25	44	3	
KOM4	8	23	3	
KOM5	13	3	2	
KOM6	245	15	35	
KOM7	23	9	8	
KOM8	156	44	9	
KOM9	44	5	2,5	
KOM10	134	32	4	
KOM11	18	34	7	
KOM12	23	55	6	
KOM13	134	12	11	
KOM14	194	14	21	
KOM15	126	37	9	
KOM16	22	55	4	
KOM17	78	33	5	
KOM18	70	44	8	
KOM19	54	34	18	
KOM20	44	33	14	
KOM21	41	12	23	
KOM22	214	12	8	
KOM23	178	8	6	
KOM24	45	25	2	
KOM25	88	25	5	
KOM26	35	8	5	
KOM27	24	17	8	
KOM28	52	8	14	
KOM29	254	35	19	
KOM30	198	87	17	
KOM31	188	33	8	
KOM32	225	52	13	
KOM33	78	54	4	
KOM34	25	35	3,6	
KOM35	23	18	2,5	
KOM36	12	25	1	
KOM37	9	25	2	
KOM38	41	12	3	
KOM39	30	22	1,7	
KOM40	45	12	2,8	
KOM41	12	48	2,9	
KOM42	58	21	5,2	
KOM43	158	54	8	
KOM44	196	46	3	
KOM45	151	33	7	
KOM46	148	55	11	
KOM47	132	51	9,8	
KOM48	144	44	4	
KOM49	149	33	12	

### ΑΣΚΗΣΗ 3<sup>H</sup> : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΙΜΩΝ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ ΛΙΓΝΙΤΗ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΤΩΝ ΠΟΛΥΓΩΝΩΝ ΕΠΙΡΡΟΗΣ

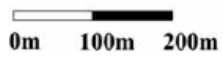
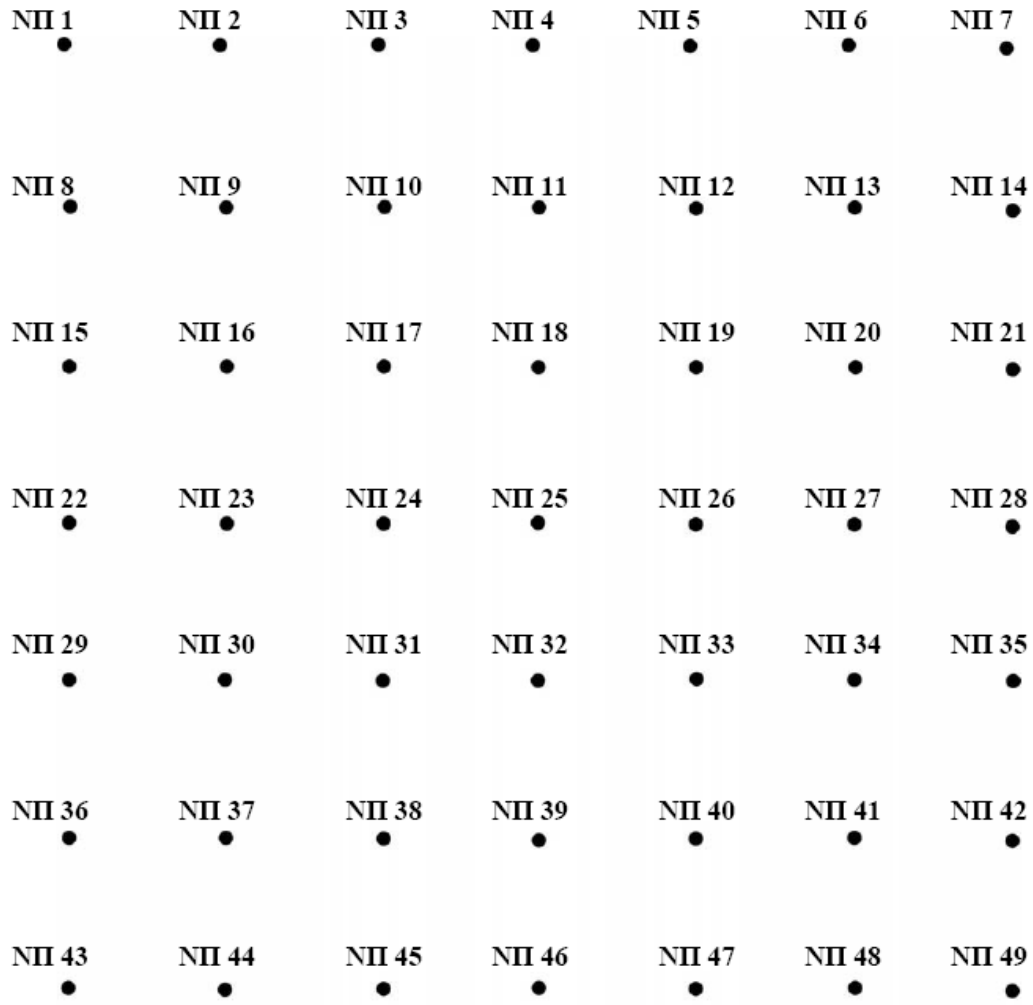
Θεωρούμε ότι υλοποιήθηκε γεωτρητικό πρόγραμμα στην περιοχή Πτολεμαΐδας σε έκταση 1200 μ χ 1200 μ, ζητείται ο υπολογισμός τεχνικών χαρακτηριστικών της λιγνιτοφόρας στοιβάδας.

#### Δεδομένα

1. Δίδεται ο πίνακας με τα μέσα πάχη των υπερκειμένων και ενδιάμεσων στείρων, του σχηματισμού βάσης που διατηρήθηκε, καθώς και του απολήψιμου λιγνίτη (στρώματα  $\Lambda_1 + \Lambda_2$ ) σε μέτρα.
2. Δίδεται ο χάρτης των γεωτρήσεων ΝΠ1 έως ΝΠ49.
3. Δίδεται το ειδικό βάρος του λιγνίτη  $1.4 \text{ gr/cm}^3$ .
4. Εκμεταλλεύσιμος λιγνίτης, σχέση  $Y+E/\Lambda < 15/1$ .

#### Ζητούμενα

1. Να σχεδιαστεί η τομή ΝΠ<sub>4</sub>-ΝΠ<sub>46</sub> (B-N)
2. Να υπολογισθεί η σχέση:  $(Y+E)/\Lambda$  στην προαναφερόμενη περιοχή.
3. Να οριοθετηθεί η εκμεταλλεύσιμη λιγνιτοφόρα στοιβάδα.
4. Να γίνει εκτίμηση των απολήψιμων [εκμεταλλεύσιμων] αποθεμάτων λιγνίτη (σε τόνους) με την μέθοδο των πολυγώνων επιρροής.



Αρ.Γεωτρ	Απόλυτο υψόμετρο επιφάνειας (m)	Υπερκείμενα (m) [Y]	Ενδιάμεσα (m) [E]	Απολήμιος λιγνίτης (m) [Λ <sub>1</sub> ]	Απολήμιος λιγνίτης (m) [Λ <sub>2</sub> ]	Διατρηθείς σχηματισμός βάσης (m)	(Y+E)/Λ
ΝΠ1	650	67	74,4	18,1	12	76	
ΝΠ2	655	44	60	15	10	54	
ΝΠ3	657	25	32	7	6	23	
<b>ΝΠ4</b>	<b>670</b>	<b>8</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>60</b>	
ΝΠ5	658	13	3	5	8	35	
ΝΠ6	659	245	15	18	17	54	
ΝΠ7	667	23	9	4	4	21	
ΝΠ8	670	123	21	7	5	32	
ΝΠ9	673	44	15	6,7	3,2	19	
ΝΠ10	654	34	16	3	2	21	
<b>ΝΠ11</b>	<b>689</b>	<b>18</b>	<b>60</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>45</b>	
ΝΠ12	654	23	55	4	3	22	
ΝΠ13	678	134	12	8	3	32	
ΝΠ14	680	194	14	11	10	45	
ΝΠ15	682	126	37	8	11	31	
ΝΠ16	685	22	55	15	8	26	
ΝΠ17	690	78	33	5	7	23	
<b>ΝΠ18</b>	<b>693</b>	<b>70</b>	<b>62</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	
ΝΠ19	700	54	34	9	9	12	
ΝΠ20	701	44	33	7	7	9	
ΝΠ21	705	41	12	12	11	11	
ΝΠ22	698	214	12	7	6	12	
ΝΠ23	689	178	8	5	6	43	
ΝΠ24	702	45	25	12	10	33	
<b>ΝΠ25</b>	<b>714</b>	<b>135</b>	<b>58</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	
ΝΠ26	723	35	8	2	3	23	
ΝΠ27	656	24	17	4	5	12	
ΝΠ28	679	52	8	10	4	5	
ΝΠ29	721	254	24	12	4	32	
ΝΠ30	733	154	87	4	9	7	
ΝΠ31	745	98	22	6	2	9	
<b>ΝΠ32</b>	<b>722</b>	<b>225</b>	<b>65</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	
ΝΠ33	687	33	12	3	1	11	
ΝΠ34	749	25	35	2	3	23	
ΝΠ35	655	23	18	1	4	21	
ΝΠ36	688	12	25	1,5	0,7	18	
ΝΠ37	711	9	25	1	1,1	12	
ΝΠ38	679	41	12	6	3	32	
<b>ΝΠ39</b>	<b>656</b>	<b>15</b>	<b>70</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	
ΝΠ40	697	45	12	5	3	17	
ΝΠ41	700	12	48	3	5	21	
ΝΠ42	710	43	21	9	9	22	
ΝΠ43	720	158	32	5	6	53	
ΝΠ44	715	67	4	2	2	23	
ΝΠ45	744	151	33	25	18	8	
<b>ΝΠ46</b>	<b>735</b>	<b>148</b>	<b>40</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	
ΝΠ47	737	132	51	25	18	21	
ΝΠ48	748	144	44	9	5	9	
ΝΠ49	750	149	33	8	5	14	

## ΑΣΚΗΣΗ 4<sup>H</sup>

Μέθοδοι που θα ακολουθηθούν για τον εντοπισμό & αξιολόγηση λιγνιτικών αποθέσεων σε Τριτογενείς σχηματισμούς

Να επιλεγούν οι κατάλληλες περιοχές ανάμεσα στις:

### 1) Παλαιογενείς σχηματισμοί της λεκάνης Ορεστιάδας Έβρου

Στην ευρεία λεκάνη Ορεστιάδας, βιβλιογραφικά στοιχεία αναφέρουν την ύπαρξη βασικών κροκαλοπαγών πάνω στο μεταμορφωμένο υπόβαθρο, πάχους 30 μέτρων αποτελούμενων από τεμάχια του μεταμορφωμένου υποβάθρου που καλύπτονται από Ολιγοκαινικά τοφφικά πετρώματα μέγιστου πάχους 80 μέτρων. Τα ανώτερα στρώματα μεταπίπτουν σε μαργαϊκά που περιέχουν τρηματοφόρα σε κακή κατάσταση διατήρησης. Πάνω από τους τόφφους αναπτύσσονται Πλειοκαινικές σκληρές μάργες, έντονα τεκτονισμένες σε εναλλαγή με αργίλους. Γενική κλίση των Πλειοκαινικών στρωμάτων 35°. Κατά θέσεις συναντώνται παλαιά υπόγεια έργα εκμετάλλευσης 2 επάλληλων στρωμάτων λιγνίτη που διαχωρίζονται από στρώμα σκληρής μάργας πάχους 3 μέτρων. Το συνολικό πάχος του λιγνίτη υπολογίζεται σε 2.5 μέτρα

### 2) Νεογενή ιζήματα της λεκάνης Ελασσόνας-Λάρισας

Βιβλιογραφικά στοιχεία αναφέρουν την ύπαρξη μεταμορφωμένου υποβάθρου πάνω στο οποίο αναπτύσσονται σχεδόν οριζόντια Άνω Μειοκαινικά στρώματα γκριζοκάστανων αργίλων και μαλακών μαργών πάχους > 300μ, επί εκτάσεως 30km<sup>2</sup> που περιέχουν τα απολιθώματα *Vivipara sp.*, *Planorbis sp.* και *Unio sp.* Σε φυσικές τομές εμφανίζονται στρωματίδια λιγνίτη. Ο σχηματισμός αυτός υπόκειται Πλειστοκαινικών άμμων και αργίλων μέγιστου πάχους 30μέτρων.

### 3) Πλειοκαινικά ιζήματα της λεκάνης Λαοδιά Χανίων Κρήτης

Βιβλιογραφικά στοιχεία αναφέρουν την ανάπτυξη εναλλαγών κίτρινων –υπόλευκων ψαμμιτικών και μαργαϊκών Πλειοκαινικών στρωμάτων πάχους 300μ όπου εντοπίστηκε πλούσια πανίδα τρηματοφόρων αλλά και διθύρων όπως *Chlamys sp.*, *Pecten sp.* και *Ostrea sp.* Τα ανωτέρω στρώματα συναντώνται στο ύπαιθρο με κλίσεις άνω των 30°.

Να αιτιολογηθεί με γεωλογικά στοιχεία η απόρριψη/επιλογή των ανωτέρω περιοχών περαιτέρω έρευνα. Να περιγραφεί η διαδικασία που ακολουθείται από ένα γεωλόγο για την έρευνα, τον εντοπισμό και στην συνέχεια την αξιολόγηση της ποιότητας, της ποσότητας και της αποληψιμότητας των τυχόν εντοπισμένων λιγνιτικών σωμάτων στις ανωτέρω λεκάνες.

Τυχόν γνωστά σας επιπρόσθετα βιβλιογραφικά στοιχεία είναι αποδεκτά στην ανωτέρω αξιολόγηση.

## ΑΣΚΗΣΗ 5<sup>H</sup>

**Μέθοδοι που θα ακολουθηθούν για τον εντοπισμό & αξιολόγηση λιγνιτικών αποθέσεων σε Νεογενείς σχηματισμούς**

**Να επιλεγούν οι κατάλληλες περιοχές ανάμεσα στις:**

**1) Άνω Μειοκαινικά πετρώματα της περιοχής Καλαμακίου Ζακύνθου** Βιβλιογραφικά στοιχεία αναφέρουν την ύπαρξη αργιλικών και μαργαϊκών ιζημάτων του Μεσσηνίου που περιέχουν σε αφθονία τρηματοφόρα σε κακή κατάσταση διατήρησης, καθώς και διάτομα, πάχους >250μ. που εγκλείουν στρώματα και φακούς σελενιτικής γύψου πάχους 20-30μ. Πολλά από τα σώματα γύψου εξορύχτηκαν στο πρόσφατο παρελθόν.

**2) Άνω Πλειοκαινικά πετρώματα της βόρειο-ανατολικής Κιμώλου** Βιβλιογραφικά στοιχεία αναφέρουν την ύπαρξη και εκμετάλλευση μπεντονίτη, καθώς και εναλλαγές διατομιτών-τοφφίτων πάχους >200μέτρων που εγκλείουν απολιθώματα όπως: *Flabelipecten sp.*, *Pecten sp.*, καρκινοειδή (καβούρια), ιχθείς και τρηματοφόρα.

**3) Νεογενή ιζήματα της λεκάνης Αλεποχωρίου-Μεγάρων** Βιβλιογραφικά στοιχεία αναφέρουν μεταξύ των άλλων την ανάπτυξη μεταμορφωμένου υποβάθρου, πάνω στο οποίο αποτέθηκαν στρώματα λατυπο-κροκαλοπαγών πάχους 30μέτρων και στη συνέχεια Κάτω-Πλειοκαινικές γκριζοκάστανες άργιλοι και μάργες πάχους 300μ. που περιέχουν τα απολιθώματα *Melania sp.*, *Melanopsis sp.*, *Vivipara sp.*, *Planorbis sp.* και *Unio sp.* Στο δρόμο Μεγάρων Αλεποχωρίου, αλλά και σε χείμαρρους πλησίον των Μεγάρων, συναντώνται στρώματα λιγνίτη μέγιστου πάχους <50 cm. Αναφέρονται παλαιές υπόγειες εκμεταλλεύσεις οι οποίες λειτούργησαν μεταξύ των 2 παγκοσμίων πολέμων και τροφοδότησαν μικρές βιοτεχνίες της περιοχής, αλλά και αμόπλοια.

Να αιτιολογηθεί με γεωλογικά στοιχεία η απόρριψη/επιλογή των ανωτέρω περιοχών για περαιτέρω έρευνα. Να περιγραφεί η διαδικασία που ακολουθείται από ένα γεωλόγο για την έρευνα, τον εντοπισμό και στην συνέχεια την αξιολόγηση της ποιότητας, της ποσότητας και της αποληψιμότητας λιγνιτικών σωμάτων.

**Τυχόν γνωστά σας επιπρόσθετα βιβλιογραφικά στοιχεία είναι αποδεκτά στην ανωτέρω αξιολόγηση.**



## ΑΣΚΗΣΗ 6<sup>H</sup>

### Αξιολόγηση γεωτρητικών & εργαστηριακών δεδομένων λιγνιτικών αποθέσεων

Θεωρούμε ότι κατά τη διενέργεια πρόσφατου γεωτρητικού προγράμματος στις Νεογενείς αποθέσεις Κορώνης Μεσσηνίας εντοπίστηκε εκμεταλλεύσιμη λιγνιτοφόρα στοιβάδα σε μικρό βάθος που αποτελείται από τρία κύρια στρώματα με τα εξής χαρακτηριστικά:

- ♦ Ανώτερο στρώμα: μέσο πάχος **17 μέτρα**
- ♦ Μεσαίο στρώμα: μέσο πάχος **10 μέτρα**
- ♦ Κατώτερο στρώμα: μέσο πάχος **19 μέτρα**

Η ανωτέρω λιγνιτοφόρος λεκάνη έχει παραλληλόγραμμο σχήμα και εμβαδόν  $6\text{Km}^2$  ( $2.000\text{m} \times 3.000\text{m}$ ). Η λιγνιτοφορία εντοπίζεται στο βόρειο μέρος της λεκάνης καταλαμβάνοντας το  $1/3$  της έκτασής της.

**Εργαστηριακές μετρήσεις** έδειξαν ότι το ανώτερο στρώμα έχει μέση θερμαντική ικανότητα  $1000\text{cal/g}$  και περιεκτικότητα σε σιδηροπυρίτη/μαρκασίτη  $[\text{FeS}]$   $1\%$ , το μεσαίο  $2300\text{cal/g}$  και  $\text{FeS}$   $5.2\%$  και το κατώτερο  $700\text{cal/g}$  και  $\text{FeS}$   $8\%$ .

Η σχεδιαζόμενη μέθοδος εξόρυξης περιλαμβάνει τη χρήση προωθητήρων και φορτηγών. Ο κοντινότερος σταθμός ηλεκτροπαραγωγής [ΑΗΣ Μεγαλόπολης] χρησιμοποιεί καυστήρες με προδιαγραφές καύσης λιγνίτη με θερμαντική ικανότητα  $2000\text{cal/gr}$ . Για περιβαλλοντολογικούς λόγους αλλά και για αποφυγή διάβρωσης συγκεκριμένων τμημάτων του μηχανολογικού εξοπλισμού του εργοστασίου, η μέση περιεκτικότητα του καύσιμου θείου δεν πρέπει να ξεπερνάει το  $2\%$ .

- Α) να υπολογισθούν τα αποθέματα κάθε κατηγορίας σε  $\text{m}^3$  & τόνους.  
Β) να διαπιστωθεί αν μπορούν να γίνουν αναμίξεις λιγνιτικού υλικού από τα διαφορετικά και σε ποιες αναλογίες για να είναι δυνατή η αξιοποίηση της μεγαλύτερης κατά το δυνατόν ποσότητας από τον ΑΗΣ Μεγαλόπολης.  
Γ) να υπολογιστεί η περιεκτικότητα σε S στο παραγόμενο μίγμα  
Δ) τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα από κάθε στρώμα  
Ε) τα συνολικά εκμεταλλεύσιμα αποθέματα

#### **Λίδηται ότι:**

Το ειδικός βάρος του λιγνίτη είναι  $1.4\text{gr/cm}^3$

Το S του σιδηροπυρίτη είναι καύσιμο  $100\%$

Η περιεκτικότητα του λιγνίτη σε ανθρακικά ορυκτά είναι μηδαμινή.

Ατομικό Βάρος Fe = 56

Ατομικό Βάρος S = 32

## Άσκηση 7<sup>η</sup>

**Υπολογισμός εκπομπών αερίων κατά την καύση λιγνίτη στους ΑΗΣ βόρειας Ελλάδος και τρόποι αντιμετώπισης του προβλήματος**

Υπολογίζεται ότι από ένα δεδομένο κοίτασμα του λιγνιτικού πεδίου ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ-ΦΛΩΡΙΝΑΣ εξορύσσονται ετησίως 10.000.000 τόνοι λιγνίτη με τα εξής χαρακτηριστικά:

- ♦ Καύσιμη οργανική ύλη 70% που αφήνει 10% τέφρα σύστασης

SiO <sub>2</sub>	75%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10%
CaO	1%
MgO	4%
Na <sub>2</sub> O	5%
K <sub>2</sub> O	5%
Total	100%

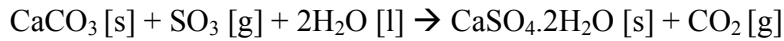
- ♦ Συν-εξορυσσόμενα στείρα υλικά 30%, ψαμμιτικής σύστασης που δεν διαχωρίζονται από την οργανική ύλη και περιέχουν τα ορυκτά:

Ασβεστίτης [Calcite CaCO <sub>3</sub> ]	50%
Άστριοι [Feldspars]	10%
Χαλαζίας [Quartz]	40%
Σύνολο	100%

- ♦ Ολικό θείο [S] που υπολογίζεται στο 1% του συνόλου

Να υπολογισθούν τα ακόλουθα:

1. Το συνολικά παραγόμενο CO<sub>2</sub> από:
  - 1.1. την καύση της οργανικής ύλης στους ΑΗΣ, σύμφωνα με την αντίδραση:  
$$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2 [\text{s}] + 11/2 \text{O}_2 [\text{g}] \rightarrow 4\text{CO}_2 [\text{g}] + 5\text{H}_2\text{O} [\text{l}]$$
  
[αφαιρέσατε το βάρος που αντιστοιχεί στο ποσοστό της τέφρας του οργανικού υλικού]
  - 1.2. τη φρύξη του ασβεστίτη κατά την ως άνω διαδικασία, σύμφωνα με την αντίδραση:  
$$\text{CaCO}_3 [\text{s}] \rightarrow \text{CaO} [\text{s}] + \text{CO}_2 [\text{g}]$$
2. Το συνολικά παραγόμενο SO<sub>3</sub> εκπεφρασμένο σε βάρος σύμφωνα με την αντίδραση  $\text{S} + 3/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$
3. Πόσοι τόνοι SO<sub>3</sub> μπορούν να δεσμευθούν κατευθείαν, με τη μορφή CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O από το CaO που παράγεται κατά την καύση του συγκεκριμένου λιγνίτη?
4. Το υπόλοιπο SO<sub>3</sub> απαιτείται να δεσμευθεί για περιβαλλοντικούς λόγους με την διέλευσή του από λειοτριβημένο ασβεστόλιθο, σε κατάλληλες εγκαταστάσεις. Να υπολογισθεί το βάρος του απαιτούμενου ασβεστόλιθου, σύμφωνα με την αντίδραση:

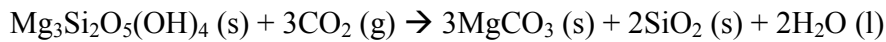


5. Το κόστος της αποθείωσης ετησίως, δεδομένου ότι:

- ◆ η τιμή του παραδοτέου στο σταθμό ηλεκτροπαραγωγής παραγωγής έτοιμου προϊόντος από παρακείμενο λατομείο [λειτουργημένος ασβεστόλιθος] είναι 15€/ton
- ◆ Η εγκατάσταση της μονάδας αποθείωσης απαιτήσε ποσό 12.000.000€ [υπολογίστε απόσβεση σε 30 χρόνια- 400.000€/ετησίως]
- ◆ Τα καθαρά έσοδα από την πώληση, ως έχει, της παραγόμενης συνθετικής γύψου κατά την αποθείωση είναι 10€/ton

6. Το βάρος σε τόνους σερπεντινικού υλικού,

το οποίο απαιτείται για τη δέσμευση\* του παραγόμενου CO<sub>2</sub> [carbon dioxide fixation] σύμφωνα με την αντίδραση:



[\*η μέθοδος αυτή είναι σε πειραματικό στάδιο]

#### **Δίδονται:**

[s] = στερεό, [l] = υγρό, [g] = αέριο

- ◆ Ατομικά βάρη

H = 1

C = 12

O = 16

S = 32

Mg = 24

Si = 28

Ca = 40