

## Εμπειρίες γεωτεχνικής μηχανικής στα Ομηρικά Έπη

ΔΗΜΗΤΡΗΣ Π. ΖΕΚΚΟΣ<sup>1</sup>, ΑΝΤΑ Γ. ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ<sup>2</sup>, ΓΙΑΝΝΗΣ Ε. ΜΑΝΟΥΣΑΚΗΣ<sup>3</sup>

Τα Ομηρικά έπη είναι τα αρχαιότερα ποιήματα της Ευρωπαϊκής ιστορίας. Για το λόγο αυτό έχουν μελετηθεί εκτενώς από μεγάλο αριθμό επιστημόνων τόσο του ελληνικού όσο και του διεθνούς χώρου. Από την εξαντλητική αυτή μελέτη των επιμέρους πτυχών της κοινωνίας και της τεχνογνωσίας του Μυκηναϊκού κόσμου φαίνεται όμως ότι διέφυγαν οι πληροφορίες που αφορούν στο γνωστικό επίπεδο και την τεχνογνωσία των Μυκηναίων σε θέματα που σήμερα εντάσσονται στον κλάδο της Γεωτεχνικής Μηχανικής αλλά και του Πολιτικού Μηχανικού γενικότερα.

Ωστόσο, η προσεκτική μελέτη των ποιημάτων αυτών αποκαλύπτει ένα συγκλονιστικό αριθμό πληροφοριών και οδηγεί σε πολύ ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Φυσικά, δεν θα ήταν δυνατόν να περιμένει κανείς μια επιστημονικά τεκμηριωμένη γνώση στον κλάδο αυτό το 800-1200π.Χ. Εν τούτοις, οι πληροφορίες που παρέχονται από τον Όμηρο υποδεικνύουν ότι οι Μυκηναίοι είχαν μια εκτεταμένη εμπειρική γνώση σε γεωτεχνικά θέματα που εμπλουτιζόταν από μεγάλο αριθμό παρατηρήσεων διάφορων γεωλογικών φαινομένων. Στο κείμενο αυτό θα προσπαθήσουμε να αναδείξουμε τις γνώσεις αυτές βασιζόμενοι αποκλειστικά στο κείμενο του Ομήρου. Έμφαση θα δοθεί στα θέματα που σχετίζονται με τη

γεωτεχνική μηχανική καθώς ο μεγάλος όγκος των παρατηρήσεων καθιστά αδύνατη την ολοκληρωμένη παρουσίαση περισσότερων γνωστικών πεδίων.

### Οι σεισμοί

Ο πιο συνηθισμένος χαρακτηρισμός που αποδίδεται στον Ποσειδώνα είναι το επίθετο «κοσμοσειστής». Πράγματι, γνωρίζουμε από τη μυθολογία ότι ο Ποσειδώνας θεωρείται ο θεός που προκαλεί τους σεισμούς στη γη. Μάλιστα, στη Ραψωδία Υ(57-67) της Ιλιάδας, κατά τη διάρκεια της μάχης ο Ποσειδώνας προκαλεί σεισμό. Η σεισμική δόνηση είναι τόσο μεγάλη που, όπως περιγράφει ο ποιητής, ο Άδης τρομάζει μήπως η γη ανοίξει στα δύο και

φανεί ο Κάτω Κόσμος στους θνητούς. Είναι ίσως η πρώτη φορά στην ιστορία της ανθρωπότητας που γίνεται άμεσος συσχετισμός των σεισμικών δονήσεων με τα ρήγματα, μια ιδέα που θα γίνει επιστημονικά αποδεκτή μόλις στις αρχές του 20ού αιώνα με τη θεωρία της ελαστικής ανάπλησης. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και το γεγονός ότι ο ποιητής αναφέρει ότι η σεισμική δόνηση έγινε έντονα αισθητή μέχρι τα απόκρημα βουνά της Ίδας. Πρόκειται ίσως για την πρώτη αναφορά της έντασης σεισμού σε σχέση με την απόσταση για την περιγραφή της σφοδρότητας του σεισμικού φαινομένου.

### Εδαφικά υλικά

Στις πολλές αναφορές που γίνονται στο έδαφος υπάρχει ένας σαφής διαχωρισμός μεταξύ της άμμου, του υλικού που αποκαλείται κώμα, των χαλικιών και των βράχων. Αναφορά στην άμμο γίνεται επανειλημμένα στις περιγραφές των παραθύων κοντά στην Τροία αλλιά και στα διάφορα μέρη που επισκέπτεται ο Οδυσσεύς κατά τη διάρκεια της επιστροφής του στην Ιθάκη. Ο ποιητής αναφέρεται στο προσάρωμα των πλοίων του Οδυσσέα

1. Διδακτορικός φοιτητής στη Γεωτεχνική Μηχανική του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του University of California at Berkeley. Απόφοιτος Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών (2001). E-mail: zeccos@ce.berkeley.edu
2. Περμτοετής φοιτήτρια του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών.
3. Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Μεταπτυχιακός φοιτητής στη «Γεωπληροφορική» του Τμήματος Αγρονόμων-Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

στην άμμο, ενώ αναφέρει τις ακτές ως αμμουδιές διαφοροποιώντας την περίπτωση των ακτών με βότσαλα. Στη ραψωδία Ε της Ιλιάδας, ο αμαξηλάτης του Μύδωνα πέφτει με το κεφάλι από το άρμα στην άμμο. Μάλιστα ο ποιητής περιγράφει ότι αρκετή ώρα ο πολεμιστής καθόταν με το κεφάλι καρφωμένο μέσα στην άμμο καθώς ήταν «βαθιά η άμμος». Η άμμος σαν υλικό δεν αναφέρεται μόνο στις παραλίες αλλά και στις αποθέσεις του Σκάμαντρος ποταμού.

Σε σαφώς διαφορετικό τύπο εδάφους αναφέρεται ο Όμηρος μιλώντας για «παχιά» εδάφη. Πολλές φορές ως ένδειξη του πλούτου του τόπου καταγωγής τους, οι ήρωες χρησιμοποιούν διάφορους όρους για να περιγράψουν την παραγωγικότητα των χωραφιών τους. Έτσι η Φθία χαρακτηρίζεται παχιόκωματα και τα χωράφια της Καλυδωνιάς παχιόκωματα, ενώ τα κτήματά της πάγκαλα. Παρόμοια, η Τροία αποκαλείται παχιόκωματούσα και ο δε Ήφαιστος σχεδιάζει πάνω στην ασπίδα του Αχιλλέα «νιόσκαφτο, παχύ, πηστό χωράφι με αφράτο χώμα». Σύμφωνα με τον ποιητή το παχύ χώμα είναι ο λόγος για τον οποίο τα χωράφια των Κυκλάπων είναι παραγωγικά. Παρόλα αυτά είναι αδύνατο μέσα από τα κείμενα να αποσαφηνιστεί τι ακριβώς περιγράφει ο όρος παχύς, αλλά είναι σαφές ότι πρόκειται για γόνιμο τύπο εδάφους.

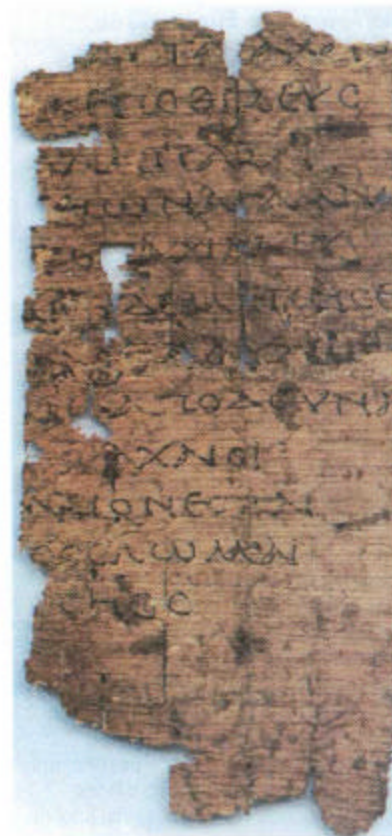
### Καταπτώσεις βράχων - Κατολισθήσεις

Στην Ιλιάδα (Ν137-143) παρομοιάζεται η πολεμική ορμή του Έκτορα με «στρογγυλεμένο βράχο που ξάφνου από γκρεμού το ακρόκειλο νεροποντή τον σπρώχνει, το χώμα που τον δένει ως έσπασε με το νερό το πηήθιο». Στην παραπάνω παρομοίωση είναι ενδιαφέρον το επίθετο «στρογγυλεμένο» που περιγράφει το βράχο, γεγονός που δείχνει ότι είχε παρατηρηθεί η αποσάθρωση του βράχου που κατολισθαίνει. Επίσης, αναφέρεται περιφραστικά ο μηχανισμός με τον οποίο το νερό προκαλεί την κατάντωση του βράχου. Η διαπίστωση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς δίνεται φυσική εξήγηση σε ένα πολύηλεκτο φυσικό φαινόμενο χωρίς να αποδίδεται το αίτιο σε κάποια θεϊκή δύναμη, όπως ίσως θα περίμενε κανείς 300 με 700 χρόνια πριν από τους φυσικούς φιλόσοφους που προσπάθησαν πρώτοι

στην ιστορία της ανθρωπότητας να δώσουν εξήγηση στα φυσικά φαινόμενα.

### Το σκάμμα των Αχαιών

Οι Αχαιοί για να ισχυροποιήσουν την άμυνά τους κατασκεύασαν αμυντικά τείχη και μπροστά τους κατασκεύασαν ένα σκάμμα. Αν και αρκετές ενδιαφέρουσες τεχνικές πληροφορίες αναφέρονται στα τείχη, στο άρθρο αυτό θα περιοριστούμε στις εξίσου ενδιαφέρουσες πληροφορίες που παρέχονται σχετικά με το σκάμμα. Στο μέγεθος του σκάμματος αναφέρεται με παράπονο ο Αχιλλέας που χωρίς τη συμμετοχή του κατασκεύασαν «φαρδύ και μέγα καντάκι». Ο Όμηρος στην περιγραφή του σκάμματος το χαρακτηρίζει βαθύ, διάπλοτο και μεγάλο, ενώ μας πληροφορεί ότι οι Αχαιοί έμμηξαν παλούκια στις πηαγίες του



Εικόνα 1: Απόσπασμα της Ιλιάδας (Ραψωδία Α, 127-138) σε Αιγυπτιακό πάπυρο που χρονολογείται την περίοδο 60π.Χ.-640μ.Χ. (πηγή: Duke University Rare Book, Manuscript, and Special Collections Library, P. Duk. inv. 970)

(Ιλιάδα, Η435-441). Κατά τη διάρκεια της μάχης μάλιστα, τα άλογα των Τρώων όχι απλώς δεν μπορούν να πηδήξουν πάνω από το καντάκι αλλά ούτε να το περάσουν γιατί τα πρηνά είναι κατακόρυφα («ορθόγκρεμα») από άκρη σε άκρη. Το γεγονός αυτό παρουσιάζει ενδιαφέρον καθώς είναι γνωστό ότι τα εδαφικά πρηνά δεν μπορούν να σταθούν κατακόρυφα σε αμμώδη εδάφη χωρίς κατάλληλη υποστήριξη. Άλλωστε, και τα συνεκτικά εδάφη μπορούν να κρατηθούν κατακόρυφα χωρίς υποστήριξη για περιορισμένο μόνο χρονικό διάστημα και βάθος. Ο ποιητής όμως προσθέτει ότι οι Αχαιοί από πάνω από τα κατακόρυφα πρηνά είχαν στήσει παλούκια σουβηλέρα και θεόρατα, το ένα δίπλα στο άλλο σε πολύ πυκνή διάταξη (Εικόνα 2). Αυτός ο συνδυασμός, όπως μας λέει ο ποιητής εμπόδιζε όχι μόνο τα άλογα να περάσουν αλλά «και οι πεζοί καρτέραγαν πώς θα τα βγάλουν πέρα» (Ιλιάδα, Μ50-59). Σίγουρα τα παλούκια λειτουργούσαν ως δεύτερη γραμμή άμυνας πίσω από το σκάμμα, αλλά είναι πολύ πιθανό να λειτουργούσαν και ως αντιστήριξη των κατακορύφων πρηνών, αποτέλεσμα ίσως της πολεμικής εμπειρίας των Αχαιών.

Κατά τη διάρκεια της μάχης όμως το καντάκι αστοχεί ανοίγοντας το δρόμο στους Τρώες να περάσουν. Μάλιστα ο Όμηρος μας παρέχει και λεπτομέρειες της αστοχίας των πρηνών λέγοντας ότι ο Απόλλωνας κητοτώντας τους όχτους, τους πέταξε στην κοίτη γεφυρώνοντας το άνοιγμα που εμπόδιζε τους Τρώες να περάσουν. Μάλιστα σύμφωνα με τις λεπτομέρειες πληροφορίες που παρέχει ο Όμηρος, το μήκος του σκάμματος που αστόχησε ήταν μεγαλύτερο από την απόσταση που μπορεί κανείς να ρίξει το κοντάρι. Πρόκειται δηλαδή για μια εκτεταμένη αστοχία της εκοκαφής. Η εξήγηση του θεϊκού παρεμβατισμού που παραθέτει ο Όμηρος είναι ίσως αποτέλεσμα της αδυναμίας εξήγησης μιας τεχνικής που έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχημένα στο παρελθόν ή πρόκειται για τεχνικό έργο που πρώτη φορά κατασκευάστηκε, εκδοχή που εξηγεί και τα επίθετα που αποδόθηκαν στο σκάμμα κατά την κατασκευή του:

### Οδικό δίκτυο

Εντυπωσιακές είναι επίσης και οι αναφορές στο οδικό δίκτυο που συνδέει τις Μυκηναϊκές πόλεις, αλλά και τους δρόμους μέσα στις πόλεις. Είναι χαρακτηριστική στην Οδύσσεια η



Εικόνα 2: Αναπαράσταση του σκάμματος με βάση την περιγραφή του Ομήρου.

επαναλαμβανόμενη έκφραση του Ομήρου περιγράφοντας το τέλος μιας ημέρας ότι «ο ήλιος γέρνει και ισκιώνουν όλοι οι δρόμοι». Τέτοιες αναφορές χρησιμοποιούνται για το οδικό δίκτυο έξω από τη Χαλκίδα αλλά και την Πύλο. Η πιο ενδιαφέρουσα όμως παρατήρηση που σχετίζεται με τη γεωτεχνική μηχανική και την οδοποιία βρίσκεται στην Ιλιάδα (Ψ419-422) όπου ο Μενέλαος και ο Αντίλοχος συναγωνίζονται στην ταχύτητα με τα άρματα. Σε ένα σημείο ο δρόμος στενεύει και ο Μενέλαος συνιστά στον Αντίλοχο να μην τον προσπεράσει βγαίνοντας από το δρόμο γιατί μπορεί να καταστραφεί το άρμα του. Ο ποιητής προσδιορίζει και το αίτιο της καταστροφής του δρόμου στο γεγονός ότι τα νερά της βροχής ήμνασαν και η γη κάθισε με αποτέλεσμα να βουηιάξει ο δρόμος.

### Αντιπλημμυρικά Έργα

Στη Ραψωδία Ε ο Διομήδης παρομοιάζεται με παταμό που ξεχειλίζει και δε μπορούν να τον συγκρατήσουν τα «αναχώματα κι ας είναι αρμοδεμένα». Από αυτή την παρομοίωση μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι οι Μυκηναίοι κατασκεύαζαν αντιπλημμυρικά έργα για

να ελέγξουν τη ροή των ποταμών. Μάλιστα τα έργα αυτά ήταν πιο εξελιγμένα από την απλή απόθεση υλικών αλλά δυστυχώς δεν αναφέρονται περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τα συστήματα αυτά.

### Συμπεράσματα

Η μελέτη των Ομηρικών Επών αναδεικνύει ότι ήδη από το 800π.Χ.-1200π.Χ. οι Αρχαίοι Έλληνες είχαν κάνει τα πρώτα σημαντικά βήματα για την κατασκευή τεχνικών έργων λαμβάνοντας υπόψιν τον παράγοντα έδαφος. Σε ορισμένα σημεία είναι πιθανοί ορισμένοι ετεροχρονισμοί λόγω του γεγονότος ότι ο Όμηρος συνέγραψε τα κείμενα του περίπου το 800π.Χ. και γι' αυτό το λόγο μερικές γνώσεις που αποδίδονται στους Μυκηναίους του 1200π.Χ. μπορεί στην πραγματικότητα να αποτεθούν γνώσεις των Ελλήνων της εποχής του Ομήρου.

Αρκετές ακόμα πληροφορίες έχουν συλλεγεί σε θέματα που σχετίζονται με την γεωλογία τη δομοστατική, την υδραυλική, την κατασκευή ημιμετικών έργων αλλά και άλλους κλάδους της μηχανικής. Είναι όμως αδύνατο να παρουσιαστούν σε αυτό το άρθρο.

Ελπίζουμε όμως πως το παρόν άρθρο έριξε λίγο περισσότερο φως στις τεχνικές γνώσεις των Μυκηναίων, ενώ παράλληλα ενημέρωσε τους Έλληνες μηχανικούς για ένα κομμάτι της πολύτιμης ιστορίας του Έθνους και του επαγγέλματός τους.

### Βιβλιογραφία

Η εργασία αυτή βασίστηκε στη μετάφραση της Ιλιάδας και της Οδύσσειας από το Ι.Θ. Κακριδίη και τον Ν. Καζαντζάκη, Εκδόσεις Εστία. Όπου κρίθηκε απαραίτητη η διευκρίνιση των χρησιμοποιούμενων όρων χρησιμοποιήθηκε το αρχαίο κείμενο.

### Σημείωση

Περισσότερες, και πιο λεπτομερείς πληροφορίες καθώς και μελλοντικό υλικό επάνω στο θέμα μπορεί να βρεθεί στο «Geoengineer Website» στη διεύθυνση: <http://www.geoengineer.org>. Οι συγγραφείς του άρθρου εκφράζουν τις ευχαριστίες τους στον Καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών, Γ. Α. Αθανασόπουλο για τα δημιουργικά σχόλια που οδήγησαν στη βελτίωση αυτού του άρθρου.