



Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Ανωγείων



Όταν το Νερό
αγκάλιασε την Πέτρα...

(Από τα ρω του Έρωτα στο ρου του Νερού)



Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης
Ανωγείων



Θεωρητικό Μέρος

Μ Α Ρ Τ Ι Ο Σ 2 0 0 9



Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Ανωγείων

Συγγραφική ομάδα
Η Παιδαγωγική Ομάδα του ΚΠΕ Ανωγείων
Καρατάσος Νίκος,
Δάσκαλος, Υπεύθυνος του ΚΠΕ
Κεφαλογιάννη Ζαχαρένια,
Φιλολόγος, Αναπληρώτρια Υπευθύνου του ΚΠΕ
Δακανάλη Αικατερίνα,
Δασκάλα, Μέλος Π.Ο.
Παπαζαφειρόπουλος Δημήτρης,
Δάσκαλος, Μέλος Π.Ο.
Χαιρέτη Μαρία,
Νηπιαγωγός, Μέλος Π.Ο.

Επιμέλεια Έκδοσης
Η Παιδαγωγική Ομάδα του ΚΠΕ Ανωγείων

Εκδότης:
Κέντρο Περιβαλλοντικής
Εκπαίδευσης Ανωγείων
Ταχ. Δ/ση: Μαθητική Εστία Ανωγείων
Ταχ. Κώδικας: 74051
Τηλέφωνο: 28340 31662
FAX : 28340 20335
E-mail: mail@kpe-anogion.gr
Ιστοσελίδα: <http://www.kpe-anogion.gr>

Τίτλος:
“Όταν το Νερό αγκάλιασε την Πέτρα
(Από τα ρω του Έρωτα στο ρου του Νερού)

Εκτύπωση:
Γραφικές Τέχνες Μ. & Μ. Πατεράκης Ο.Ε.
Τηλ: 2810 227933, e-mail: printpat@otenet.gr

Η έκδοση είναι συγχρηματοδοτούμενη από την
Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο υλοποίησης της πράξης
«Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης» του Επιχειρησιακού
Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση»,
της προγραμματικής περιόδου 2007-2013 και εντάσσεται
στον 1ο Άξονα Προτεραιότητας, που αναφέρεται
στις Περιφέρειες Σύγκλισης, με φορέα υλοποίησης
το Εθνικό Ίδρυμα Νεότητας, υπό την εποπτεία του Υπ.Ε.Π.Θ..

Περιεχόμενα

Λίγα λόγια για το πρόγραμμα	3
Εν αρχή ην το ύδωρ	4
Οι μορφές του νερού	5
Ταυτότητα του νερού - Ελιξίριο της ζωής	6
Υδρολογικός Κύκλος	7
Χρήσεις του νερού - Προβλήματα	11
Όταν το νερό αγκάλιασε την πέτρα...	
Το υπόγειο νερό	14
Η Γεωποικιλότητα στον Ψηλορείτη	18
Βιβλιογραφία	24
Φωτογραφίες, εικόνες και clips art	24



Λίγα λόγια για το προγραμμα

Αγαπητέ φίλε/η,

Το τετράδιο που έχεις στο χέρι σου δεν είναι επιστημονικό σύγγραμμα, αλλά ένα υποστηρικτικό θεωρητικό μέρος, το οποίο συνοδεύει το τετράδιο δραστηριοτήτων. Ο τίτλος και το περιεχόμενο του συγκεκριμένου προγράμματος περιβαλλοντικής εκπαίδευσης **«Όταν το νερό αγκάλιασε την Πέτρα...»** αφορά στην ιδιαίτερη σχέση που έχει το νερό με το ασβεστολιθικό πέτρωμα. Το ένα μέρος του τετραδίου δίνει πληροφορίες για το νερό, ενώ το άλλο για τη σχέση του με το πέτρωμα. Το νερό αποτελεί πολύτιμο φυσικό πόρο για τη ζωή στον πλανήτη μας, το οποίο στις μέρες μας κινδυνεύει εξαιτίας της όχι σωστής διαχείρισής του από τον άνθρωπο.

Η Ελλάδα και η Κρήτη έχει ένα ιδιαίτερο γεωπεριβάλλον, όπου το νερό, το έδαφος και το μικροκλίμα δημιουργούν τις απαραίτητες συνθήκες για τον πολύτιμο ενόημισό ειδών στα ορεινά οικοσυστήματα. Η ύφανση στον ορεινό όγκο του Ψηλορείτη δύο ανθρακικών πετρωμάτων της Κρήτης, από τη μια η ομάδα των κατώτερων «πλακωδών ασβεστολίθων» και των ανώτερων ασβεστολίθων της «Τρήπολης», καθορίζει όχι μόνο την κίνηση του υπόγειου νερού αλλά και την παρουσία της ζωής. Σε πολλές περιπτώσεις ανάμεσα στις δύο ανθρακικές μάζες παρεμβάλλονται τα ανώτερα πετρώματα του φλύσχη των «πλακωδών ασβεστολίθων», αδιασπώμενα πετρώματα που εμποδίζουν το νερό να κινηθεί βαθύτερα. Τότε δημιουργούνται πολυάριθμες πηγές.

Από τα σπλάχνα του ιερού βουνού φερνούν οι αθέατοι δρόμοι του νερού που οδηγούν στη θάλασσα. Το νερό της βροχής και τον χιονιού στο πέραςμά του σμιλεύει με μαεστρία εμψνευόμενον γλύπτη το ασβεστολιθικό πέτρωμα, δημιουργώντας μικρές και μεγάλες λακκούβες, τις καταβόθρες, τις δολίνες, τα οροπέδια.

Πάρε μαζί σου για παρέα τις παρακάτω μαντινάδες:

Στάλα τη στάλα το νερό το μάρμαρο τρυπά το,
Το πρόμα που μισεί κινεΐς, γνιΐζει κι αγαπά το.

Ανώνυμος Ρεθεμνιώτη Μοναχού

Η σκέψη μου είν' ασάνω σου και θέση δεν αλλάσσει,
Σαν σταλαγός μες στη σπηλιά που δ' έναν τόπο στάσει.

Αριστέϊδης Χαϊρέτης, Λιγότερο από μια στιγμή...

Η Παιδαγωγική Ομάδα του ΚΠΕ Ανωγείων

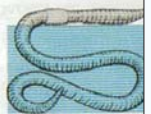


Εν αρχή ην το ύδωρ...

Ένας κόσμος χωρίς νερό θα ήταν ένας κόσμος χωρίς ζωή. Η ζωή γεννήθηκε μέσα στη θάλασσα και η ιστορία του ανθρώπινου πολιτισμού είναι συνυφασμένη με το νερό. Η ύπαρξη νερού ήταν κριτήριο για την επιλογή εγκατάστασης ανθρώπων και τη δημιουργία οικισμών και κοινωνιών. Όλοι οι αρχαίοι πολιτισμοί άνθισαν κατά μήκος μεγάλων ποταμών, όπως ο Αιγυπτιακός στην κοιλάδα του Νείλου, ο Ασσυριακός στη Μεσοποταμία. Η δύναμη του νερού ήταν αυτή που κίνησε υδρόμυλους και παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Ωστόσο, η ίδια δύναμη υπήρξε και η αιτία καταστροφής πόλεων και πολιτισμών με τις πλημμύρες.

Ο Θαλής ο Μιλήσιος τόνισε τον ουσιώδη ρόλο του νερού ως αρχής δημιουργίας του κόσμου αλλά και γενικότερα κατά τους προσωκρατικούς φιλοσόφους το νερό ήταν συνυφασμένο με τη ζωή, την ψυχή και τη δύναμη της φύσης που κινεί τα πάντα.

Το νερό (H_2O), αποτελεί μετά το οξυγόνο το πιο πολύτιμο συστατικό της φύσης για τη ζωή και όλοι οι οργανισμοί εξαρτώνται από την παρουσία του. Ο άνθρωπος μπορεί να ζήσει αρκετές εβδομάδες χωρίς τροφή, εξαιτίας των αποθεμάτων λίπους που διαθέτει, αλλά πεθαίνει μέσα σε λίγες μέρες από την έλλειψη νερού (3-4 μέρες). Το 70% περίπου του βάρους των οργανισμών οφείλεται στην

		
Κοτόπουλο: 74%	Ρέγγα: 67%	Σκαθάρι: 48%
		
Ποντίκι: 65%	Βάτραχος: 78%	Γαιοσκώληκας: 80%

ποσότητα νερού που περιέχουν. Ενώ υπάρχουν μορφές ζωής που δεν έχουν ανάγκη το οξυγόνο (αναερόβια βακτήρια), δεν υπάρχουν οργανισμοί που μπορούν να ζήσουν χωρίς νερό.

Η ανάπτυξη των φυτών εξαρτάται απόλυτα από την υγρασία και η μορφή της βλάστησης κάθε περιοχής καθορίζεται από τις βροχοπτώσεις. Ακόμα, και τα πιο

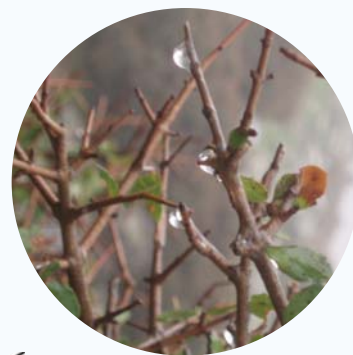


Το νερό υπάρχει σε όλους τους ζωντανούς (ζωικούς και φυτικούς) οργανισμούς. Στις τροφές υπάρχει σε μεγάλο ποσοστό. Το γάλα π.χ. περιέχει 87%, οι πατάτες 78%, τα αβγά 74%, τα λαχανικά και τα φρούτα μέχρι 93% νερό. Στο ανθρώπινο σώμα το νερό περιέχεται σε ποσότητα 70% και στο αίμα 90%.



ανθεκτικά στην ξηρασία φυτά χρειάζονται το νερό και έχουν συνηθίσει να το αποθηκεύουν στους ιστούς τους ή να το αναζητούν σε μεγάλο βάθος με τις ρίζες τους.

Επίσης, όλα τα ζώα χρειάζονται το νερό, αλλά σε διαφορετικό βαθμό, ανάλογα με την κατασκευή τους και το χώρο που έχουν συνηθίσει να ζουν. Άλλα εξαρτώνται απόλυτα από αυτό (υδρόβια), και άλλα αντέχουν λιγότερο ή περισσότερο την έλλειψή του. **Κανένα είδος, όμως, δεν μπορεί να επιβιώσει χωρίς νερό.**



Οι μορφές του νερού



Το νερό είναι παντού με διάφορες μορφές, η ποσότητά του παραμένει συνολικά σταθερή, αλλά στις μέρες μας κινδυνεύει η ποιότητά του.

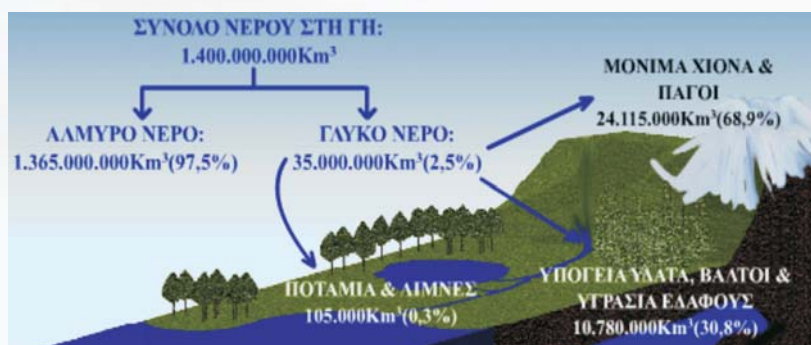
Υδρόσφαιρα λέγεται το σύνολο του νερού που υπάρχει πάνω στη Γη (Γαλάζιος Πλανήτης). Το νερό πάνω στη γη απαντάται σε τρεις μορφές, δηλαδή ως υγρό (νερό πηγών, ποταμών, θαλασσών), ως στερεό (πάγος, χιόνι) και ως αέριο (υδρατμοί στην ατμόσφαιρα), ανάλογα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Το υγρό νερό σχηματίζει τους ωκεανούς και τις θάλασσες, τα ποτάμια



και τις λίμνες. Στον αέρα το νερό βρίσκεται με τη μορφή ατμών (αέριο) σταγονιδίων και πάγου και σχηματίζει τα σύννεφα. Στους πάγους των δύο πόλων και στους μεγάλους παγετώνες των πολύ ψηλών βουνών το νερό συναντάται με τη στερεή μορφή του (πάγος).

Το μεγαλύτερο μέρος του βρίσκεται στους ωκεανούς και είναι αλμυρό. Από το υπόλοιπο, το μεγαλύτερο μέρος βρίσκεται δεσμευμένο στους πάγους των δύο πόλων και ένα μέρος στην ατμόσφαιρα. Οι ωκεανοί καλύπτουν το 71% της επιφάνειας όλης της Γης (το 96% του συνολικού νερού), ενώ οι λίμνες μόλις το 2%. Έτσι, το γλυκό νερό που απομένει για τους οργανισμούς είναι ελάχιστο. Από το





σύνολο του νερού της Γης μόνο το 2,6% είναι γλυκό, άρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις ανάγκες του ανθρώπου. Ούτε αυτή η ποσότητα, όμως, είναι διαθέσιμη κάθε στιγμή, γιατί το γλυκό νερό που βρίσκεται σε περιοχές που μπορούν να πλησιάσουν οι άνθρωποι αντιπροσωπεύει μόνο το 0,15 έως το 0,20 της υδρόσφαιρας.

Ταυτότητα του νερού - Ελιξίριο της ζωής

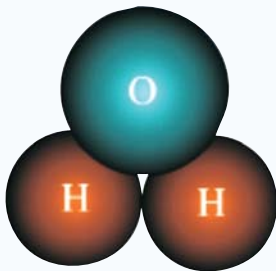
Η σημασία του νερού για τη ζωή αλλά και για τις ανθρώπινες δραστηριότητες δεν είναι τυχαία. Είναι αποτέλεσμα ιδιοτήτων που το καθιστούν μοναδικό.

Το νερό είναι **ανόργανη χημική ένωση** και συναντάται σε όλα τα τμήματα της Γης (ατμόσφαιρα, υδρόσφαιρα και λιθόσφαιρα). Είναι άχρωμο, άοσμο, και άγευστο. Στην αρχαιότητα το θεωρούσαν στοιχείο, ενώ αργότερα ανακαλύφτηκε ότι είναι η χημική ένωση υδρογόνου και οξυγόνου. Η σύνθεση του προσδιορίστηκε από τον Α. L. de Lavoisier το 1784.

Όλες οι χημικές αντιδράσεις, που γίνονται μέσα σε έναν οργανισμό, απαιτούν την παρουσία νερού. Είναι το απαραίτητο μέσο για όλες τις αντιδράσεις μεταβολισμού, από την παραγωγή της γλυκόζης στα φυτά μέχρι την πέψη των τροφών και τη ρύθμιση της θερμοκρασίας στα ζώα. Ο χημικός τύπος του νερού είναι H_2O και σχηματίζεται από την ένωση 2 ατόμων υδρογόνου με 1 οξυγόνο. Το μόριο του νερού είναι ασύμμετρο και το ηλεκτρικό του φορτίο ασταθές. Ανάμεσα στα άτομα οξυγόνου και υδρογόνου σχηματίζεται απλός ομοιοπολικός δεσμός (κάθε άτομο προσφέρει ένα ηλεκτρόνιο, σχηματίζοντας ένα κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων).

Η χημική ένωση των δύο στοιχείων και τριών ατόμων καλύπτει τα 3/4 της επιφάνειας της Γης και κατά το ίδιο ποσοστό περίπου δομεί την ανθρώπινη ύπαρξη.

Το νερό βρίσκεται στην υγρή του μορφή από τη θερμοκρασία των $0^\circ C$ μέχρι τους $100^\circ C$, ενώ λόγω πολικότητας τα μόρια του νερού μπορούν εύκολα να

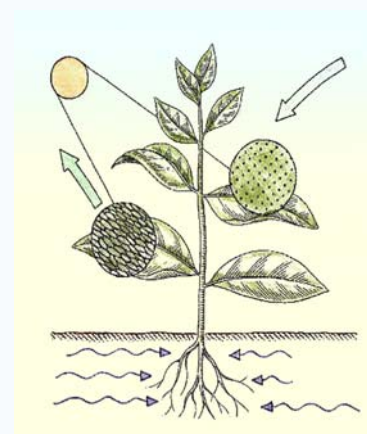




εισχωρούν ανάμεσα σε άτομα άλλων μορίων, γεγονός που καθιστά το νερό «παγκόσμιο διαλύτη», μέσο μεταφοράς θρεπτικών στοιχείων στο σύνολο της τροφικής αλυσίδας. Το νερό διαλύει μικρές ποσότητες όλων σχεδόν των ουσιών. Ωστόσο, εξ αιτίας αυτής της ιδιότητας ρυπαίνεται εύκολότερα.

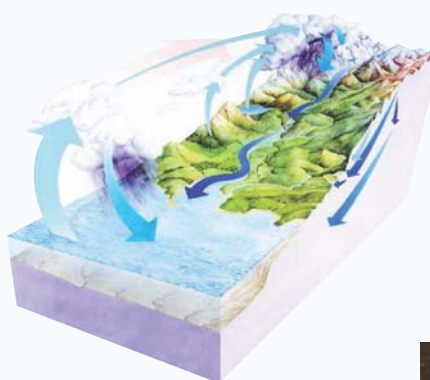
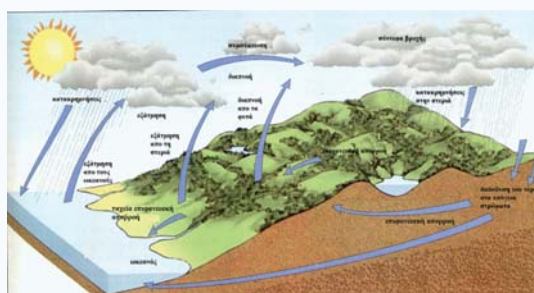
Ο όγκος του νερού αυξάνεται, όταν παγώνει, σε αντίθεση με πολλά υγρά. Έτσι ο πάγος επιπλέει στο νερό. Όταν το νερό παγώνει στην επιφάνεια των λιμνών και των ποταμών, πιο βαθιά υπάρχει το νερό σε υγρή μορφή. Αυτή η ιδιότητα είναι σημαντική για τη ζωή που υπάρχει κάτω από την παγωμένη επιφάνεια.

Οι ενεργειακές του ιδιότητες (θερμοχωρητικότητα, συντελεστής μεταφοράς θερμότητας) είναι οι υψηλότερες μεταξύ των υγρών. Οι ωκεανοί της γης είναι το κύριο μέσο μεταφοράς θερμότητας από τις τροπικές ζώνες στους πόλους, επιδρώντας στις κλιματικές αλλαγές. Η ενέργεια που απελευθερώνεται από τη συμπύκνωση των υδρατμών στην ατμόσφαιρα αναδιανέμει την ηλιακή θερμότητα και εξομαλύνει τα ακραία φαινόμενα θερμοκρασίας. Η ιδιότητα αυτή του νερού προστατεύει τους ζωντανούς οργανισμούς από τις απότομες αλλαγές θερμοκρασίας και συμβάλλει στην ισορροπία του κλίματος στη γη.



Εξαιτίας των συνθηκών θερμοκρασίας και πίεσης που επικρατούν στη γη είναι η μοναδική ουσία που υπάρχει στη φύση παράλληλα και στις τρεις μορφές: υγρή, στερεή, αέρια. Αν οι θάλασσες της γης υπήρξαν το λίκνο της ζωής, οι υδρατμοί της ατμόσφαιρας είναι η θερμοκοιτίδα της, καθώς χωρίς αυτούς η θερμοκρασία του πλανήτη θα ήταν περίπου 20ο C χαμηλότερη.

Υδρολογικός Κύκλος



Κάθε μέρα η ηλιακή ενέργεια εξατμίζει περίπου ένα δισεκατομμύριο τόνους νερό από τις θάλασσες του πλανήτη. Αυτή η διαδικασία σηματοδοτεί την αρχή του υδρολογικού κύκλου. Πρόκειται για έναν ασταμάτητο κύκλο, μέσα και έξω από τους ζωντανούς οργανισμούς. Οι υδρατμοί συμπυκνώνονται στα σύννεφα και το νερό επιστρέφει στην επιφάνεια της Γης ως βροχή ή χιόνι. Ο κύκλος του νερού είναι σημαντικός για όλους τους οργανισμούς, αλλά ιδιαίτερα γι' αυτούς που ζουν στην ξηρά, όπου οι βροχοπτώσεις βοηθούν στη διαμόρφωση των διαπλάσεων, δηλαδή των χαρακτηριστικών βιοκοινοτήτων. Ο κύκλος του νερού συντελεί, επίσης, στη διαμόρφωση της επιφάνειας της Γης, γιατί η βροχή σταδιακά διαβρώνει τα πετρώματα, δημιουργώντας κοιλάδες και πεδιάδες ιζημάτων. Κάθε μόριο του νερού στη γη παίρνει μέρος σ' αυτό το φυσικό κύκλο.





Ο κύκλος αυτός έχει μεγάλη σημασία τόσο για τη ζωή όσο και για την ίδια τη Γη, γιατί ανανεώνει συνεχώς το γλυκό νερό που χρειάζονται οι οργανισμοί. Γεννά τις βροχές, τα ποτάμια και τους παγετώνες που αλλάζουν με τη δράση τους (αποσάθρωση, διάβρωση, μεταφορά υλικών) την επιφάνεια του πλανήτη μας. Αν η υπερθέρμανση του πλανήτη συνεχιστεί, θα αυξηθεί και η ποσότητα των υδρατμών στην ατμόσφαιρα οδηγώντας σε περαιτέρω άνοδο της θερμοκρασίας.

Στην ατμόσφαιρα υπάρχουν πάντα πολλοί υδρατμοί, που προέρχονται από την εξάτμιση των υδάτων των ωκεανών και της στεριάς. Από αυτούς σχηματίζονται τα σύννεφα, που είναι μια μορφή νερού διαλυμένου μέσα στον αέρα. Μερικά σύννεφα περιέχουν έως και 1.000 τόνους νερού, το οποίο όμως θα γίνει βροχή μόνο, όταν η θερμοκρασία κατέβει κάτω από κάποιο όριο.

Όταν τα **σύννεφα**, που έρχονται με τους ανέμους από τις θάλασσες προς τη στεριά, συναντήσουν τις ψηλές οροσειρές, αναγκάζονται να ανέβουν σε μεγάλο ύψος. Εκεί ψύχονται, δεν μπορούν πια να συγκρατήσουν το νερό που περιέχουν και το αφήνουν με τη μορφή βροχών ή χιονιού.

Οι **ωκεανοί** επικοινωνούν μεταξύ τους και σχηματίζουν μια απέραντη αλμυρή υγρή μάζα, έναν παγκόσμιο ωκεανό, τον οποίο για πρακτικούς λόγους χωρίζουμε σε μικρότερα τμήματα. Οι γεωγράφοι δε συμφωνούν μεταξύ τους ως προς τον αριθμό των ωκεανών. Άλλοι θεωρούν ότι είναι 4, άλλοι όμως πιστεύουν ότι ο Αρκτικός ωκεανός είναι απλά ένα τμήμα του Ατλαντικού και ότι, επομένως, υπάρχουν μόνο 3 ωκεανοί. **Θάλασσες** είναι τα τμήματα των ωκεανών που βρίσκονται ανάμεσα σε κάποια σαφή γεωγραφικά όρια. Σε μερικές περιπτώσεις, μικρότερα τμήματα των θαλασσών λέγονται **πελάγη**. Αν σε μια θάλασσα υπάρχουν πάρα πολλά νησιά, χρησιμοποιείται και ο όρος **αρχιπέλαγος**.

Η βαρύτητα αναγκάζει το νερό που πέφτει στην επιφάνεια της Γης να κινείται από τα ψηλότερα προς τα χαμηλότερα μέρη. Έτσι, γεννιούνται μικρά και μεγάλα ρεύματα νερού, που ξεκινούν από κάποιο βουνό, ενώνονται σε ένα κύριο κορμό και, αφού διασχίσουν κάποια απόσταση χύνονται στη θάλασσα ή



σε κάποια λίμνη. Όταν, όμως, το κλίμα της περιοχής που διαρρέουν είναι πολύ θερμό και το έδαφος πορώδες, δεν καταλήγουν πουθενά αλλά χάνονται στην πορεία, καθώς τα εξατμίζει ο Ήλιος και τα απορροφά η γη.



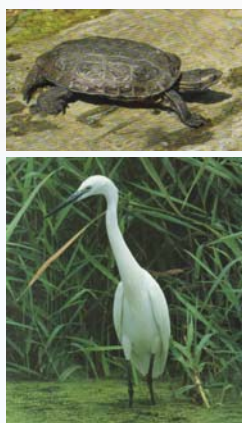
Παροδικοί **ποταμοί** είναι και οι ελληνικοί χείμαρροι, έχουν πολύ νερό το χειμώνα αλλά το καλοκαίρι είναι ξεροί. Τα μέρη ενός ποταμού είναι η περιοχή των πηγών του, δηλαδή ο χώρος από τον οποίο ξεκινά, η κυρίως ροή του, δηλαδή το τμήμα του από τις πηγές έως τις εκβολές του, και οι εκβολές του, δηλαδή το τελικό τμήμα του, που χύνεται στη θάλασσα. Κοντά στις εκβολές τους τα ποτάμια συνήθως πλαταίνουν. Μάλιστα, αν εκεί το έδαφος είναι τελείως επίπεδο, το νερό ξεχειλίζει και, αντί να υπάρχει μία μόνο κοίτη, υπάρχουν περισσότερες που απομακρύνονται η μία από την άλλη. Έτσι σχηματίζονται τα Δέλτα των ποταμών που αποτελούν χώρους για φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς (υγρότοποι). Σημαντικά ποτάμια σε μήκος στη Γη είναι ο Νείλος, (Αφρική) ο Μισσισιπής, (Αμερική) ο Αμαζόνιος (Νότια Αμερική), (ο Νίγηρας) κá.

Οι **λίμνες**, όπως και τα ποτάμια, είναι χρήσιμες αποθήκες γλυκού νερού. Υπάρχουν πολλοί τρόποι σχηματισμού μιας λίμνης: άλλες σχηματίστηκαν, όταν βυθίστηκε κάπου ο φλοιός της γης και το βύθισμα γέμισε νερά, άλλες προέρχονται από το **λιώσιμο των πάγων**, που κάποτε σκέπαζαν μεγάλο τμήμα της Γης και άλλες από την απόφραξη της ροής των ποταμών. Μερικές μεγάλες λίμνες (Κασπία) φαίνεται ότι κάποτε ήταν τμήματα ωκεανών που αποκόπηκαν και απομονώθηκαν. Μεγάλες διαφορές υπάρχουν και στην αλμυρότητα του νερού των λιμνών. Οι περισσότερες έχουν γλυκό νερό, άλλες, όμως, είναι αλμυρές όπως η θάλασσα ή και περισσότερο. Οι πρώτοι άνθρωποι φρόντιζαν πάντα να κατοικούν κοντά στο γλυκό νερό και οι ακτές των λιμνών ήταν ιδανικός τόπος για τους πρώτους οικισμούς τους. Εκτός από το νερό οι μεγάλες λίμνες πρόσφεραν τροφή (ψάρεμα) και καλύτερο κλίμα, όπως περίπου και οι θάλασσες. Αυτά τα πλεονεκτήματα εξηγούν, γιατί πολλές από τις σημερινές πόλεις της Γης είναι κτισμένες κοντά σε λίμνες.



Σε περιοχές με υγρό κλίμα το νερό που προορίζεται για οικιακή χρήση αντλείται συνήθως από ποτάμια και λίμνες. Μερικές φορές το νερό αυτό διοχετεύεται με αγωγούς εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά σε περιοχές που υποφέρουν από ξηρασία. Στις ξηρές περιοχές, όμως, όπως η Αυστραλία, το νερό προέρχεται κυρίως από γεωτρήσεις και πηγάδια. Το υπόγειο νερό ρέει ανάμεσα σε μικροσκοπικούς χώρους βαθιά μέσα στα πετρώματα και κινείται τόσο αργά που μπορεί να είναι και χιλιάδων ετών. Τα υπόγεια νερά είναι πόρος μεγάλης αξίας, αλλά, όπως και πολλοί άλλοι, χρησιμοποιείται με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα από αυτή με την οποία αποκαθίσταται.





Οι υγρότοποι είναι οικοσυστήματα που επιτελούν πολλαπλές φυσικές λειτουργίες. Οι υγρότοποι προστατεύουν τις περιοχές από τις πλημμύρες, εξασφαλίζουν νερό για άρδευση - ύδρευση, εμπλουτίζουν τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα, λειτουργούν ως φυσικά φίλτρα καθαρισμού των υδάτων, ρυθμίζουν το μικροκλίμα της περιοχής, προστατεύουν τις ακτές και τις όχθες από τη διάβρωση και προσφέρουν ευκαιρίες για τουρισμό και αναψυχή.

Υγρότοποι θεωρούνται το δέλτα ποταμών, οι πηγές, το κύριο μέρος του ποταμού, οι εκβολές του, οι φυσικές - τεχνητές λίμνες (ταμιευτήρες), οι λιμνοθάλασσες, τα έλη και οι παράκτιες περιοχές. Βασικά γνωρίσματά τους είναι το έδαφος, το νερό, η χλωρίδα και η πανίδα. Οι ιδιότητες του νερού καθιστούν τους ωκεανούς και τις βαθιές λίμνες αποθήκες θερμότητας, γιατί τη θερμή περίοδο του χρόνου αποθηκεύουν θερμότητα και την ελευθερώνουν το χειμώνα. Στους υγροτόπους ποικίλοι αυτότροφοι οργανισμοί δε-σμεύουν τη φωτεινή ηλιακή ακτινοβολία, μικροσκοπικοί οργανισμοί και άλλοι μεγαλύτεροι που πλέουν ελεύθερα στο νερό. Οι υγρότοποι προστατεύονται με διεθνείς συνθήκες (Σύμβαση Ραμσάρ).

Οι τεχνητοί υγρότοποι ή ταμιευτήρες κατασκευάζονται σε περιοχές, όπου ο αριθμός των λιμνών είναι περιορισμένος και τα ύδατα τους δεν είναι επαρκή ή κατάλληλα να καλύψουν τις ανθρώπινες ανάγκες. Οι τεχνητοί υγρότοποι μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στη βιοποικι-





λόγηση, κυρίως εκεί, όπου οι φυσικοί υγρότοποι είναι λίγοι ή είναι υποβαθμισμένοι. Υδρόβια φυτά αποτελούν σημαντικούς μικρο-βιότοπους για ασπόνδυλα, ψάρια και αμφίβια και στηρίζουν την ανάπτυξη της ορνιθοπανίδας. Ωστόσο, δεν ευνοούν όλοι οι ταμιευτήρες τη βιοποικιλότητα.

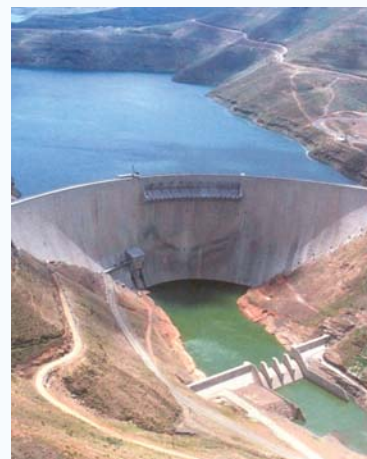
Χρήσεις του νερού - Προβλήματα

Αν και το νερό αποτελεί πολύτιμο αγαθό για τη ζωή στον πλανήτη, σήμερα εξακολουθούμε να το αντιμετωπίζουμε ως ένα ανεξάντλητο φυσικό πόρο, τον οποίο διαχειριζόμαστε με σπατάλη, κυρίως στη γεωργία που απορροφά το 86% των διαθέσιμων πόρων. Η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα συνεχώς μειώνεται. Οι γεωτρήσεις φτάνουν πλέον σε διπλάσιο βάθος από ό,τι μία δεκαπενταετία. Έχουμε ανεξέλεγκτη άντληση νερού, η οποία, εκτός από μείωση των αποθεμάτων, προκαλεί και το φαινόμενο της υφαλμύρωσης, της «νόθευσης» του δηλαδή με το θαλασσινό νερό.

Η άνοδος του βιοτικού επιπέδου στις ανεπτυγμένες χώρες είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της κατανάλωσης του νερού για την παραγωγή τροφής, βιομηχανικών προϊόντων και οικιακών αναγκών. Υπάρχουν περιοχές που δέχονται το σύνολο σχεδόν των ετήσιων βροχοπτώσεων σε μια σύντομη περίοδο (τροπικοί μουσώνες), ενώ σε κάποιες περιοχές υπάρχουν μεγάλα ύψη βροχοπτώσεων και σε άλλες οι βροχές είναι σπανιότατες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα αρκετές περιοχές του πλανήτη να αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα λειψυδρίας.

Η γεωργία είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής νερού, ενώ η βιομηχανία είναι ο δεύτερος χρήστης νερού, καθώς επίσης και η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας στη βιομηχανία. Το πόσιμο νερό και το νερό για οικιακή χρήση προέρχεται από πηγές, ποτάμια, λίμνες (φυσικές ή τεχνητές), πηγάδια ή δεξαμενές. Πρέπει να μεταφερθεί με σωλήνες και κανάλια. Το νερό υφίσταται επεξεργασία, πριν δοθεί στην κατανάλωση. Αρχικά απομακρύνονται τα στερεά και οι οσμές, στη συνέχεια προστίθεται χλώριο για θανάτωση μικροβίων, ακολουθεί η διήθηση, δηλαδή η διόδος του νερού από φίλτρα άμμου, όπου κατακρατούνται ακόμη μικρότερα σωματίδια. Πριν το νερό διοχετευθεί στην κατανάλωση αφήνεται σε κλειστές δεξαμενές, για να ολοκληρωθεί η απολύμανσή του. Ωστόσο, τα δίκτυα ύδρευσης πολλές φορές έχουν διαρροές και υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης του νερού.

Στο νερό αναπτύσσονται πολλά μικρόβια, που είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο. Οι σαλμονέλλες, ο τύφος, η χολέρα, η διάρροια και οι δυσεντερίες



Τα έργα ύδρευσης γνώρισαν την πρώτη περίοδο ακμής τους τη 2η χιλιετία π.Χ. στην Αίγυπτο, την Κίνα, την Μεσοποταμία, την Κρήτη. Στην Αθήνα τα πρώτα συστηματικά έργα εμφανίζονται την εποχή του Πεισίστρατου, ενώ σημαντικά έργα ύδρευσης πραγματοποιήθηκαν από τους Ρωμαίους. Κατά το Μεσαίωνα οι πόλεις της Κεντρικής Ευρώπης είχαν συνθήκες ύδρευσης και υγιεινής πολύ χειρότερες από αυτές των πόλεων της κλασικής Ελλάδας και Ρώμης.





είναι από τις πιο συνηθισμένες αρρώστιες που μεταδίδονται μέσω του νερού. Στον Τρίτο Κόσμο πέντε εκατομμύρια παιδιά περίπου πεθαίνουν κάθε χρόνο από διάρροια, επειδή δεν έχουν καθαρό πόσιμο νερό. Οι κάτοικοι των χωρών αυτών υποφέρουν από ελονοσία, που μεταδίδεται από τα κουνούπια που ζουν στις φυτείες ρυζιού και στις όχθες των λιμνών και των ποταμών.

Ακόμη, στη γεωργία χρησιμοποιούνται χημικά λιπάσματα και φυτοφάρμακα, και οι βροχές παρασύρουν πολλές από τις ουσίες στη θάλασσα, στις λίμνες και στα ποτάμια, ενώ ένα μεγάλο μέρος τους εισχωρεί στο έδαφος και ρυπαίνει τα υπόγεια νερά. Τα αστικά λύματα, αλλά και τα λιπάσματα που ξεπλένονται από τη βροχή, καταλήγουν στον υδάτινο υδροφόρο, τον οποίο εμπλουτίζουν με τα νιτρικά και φωσφορικά άλατα που περιέχουν και προκαλούν αύξηση των φωτοσυνθετικών οργανισμών.

Στη συνέχεια αυξάνεται ο πληθυσμός του ζωοπλαγκτόν, με αποτέλεσμα την αύξηση των μικροοργανισμών, ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου γίνεται πολύ μεγαλύτερος από το ρυθμό παραγωγής του, έτσι μειώνεται το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο και οι ανώτεροι οργανισμοί (ψάρια) του οικοσυστήματος πεθαίνουν από ασφυξία μειώνοντας έτσι τη βιοποικιλότητα του οικοσυστήματος (Ευτροφισμός).

Ακόμα, τα αέρια που αποβάλλονται στην ατμόσφαιρα από τις καμινάδες των εργοστασίων είναι μια άλλη μορφή ρύπανσης των νερών. Οι χημικές ουσίες των αερίων πέφτουν μαζί με τη βροχή στη γη καίγοντας τα φυτά και καταστρέφοντας το χώμα, τα δάση. Στα ποτάμια και στις λίμνες, η όξινη βροχή δηλητηριάζει τα ζώα και τα φυτά που ζουν γύρω τους, ενώ καταστρέφει και τα μνημεία των πόλεων.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση επισημαίνοντας την αξία της προστασίας και της σωστής διαχείρισης των υδάτινων πόρων δημοσιοποίησε «Οδηγία -Πλαίσιο για το Νερό» (2000/60/ΕΚ), με σκοπό την αποφυγή ρύπανσής του, τον περιορισμό

των πλημμυρών και ξηρασιών, προωθώντας την αειφορική διαχείριση του νερού. Ακόμα, καθιερώθηκε ημέρα εορτασμού του νερού η **22η Μαρτίου**, τονίζοντας έτσι την ανάγκη προστασίας αυτού του πολύτιμου για τη ζωή φυσικού πόρου.

Το γεγονός ότι το κλίμα μας διατηρείται σταθερό για εκατομμύρια χρόνια οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στον υδρολογικό κύκλο, τη μεγάλη θερμοχωρητικότητα του νερού και την πολύ μεγάλη ενέργεια που απορροφάται ή εκλύεται, αναλόγως, κατά τις μεταβολές των φάσεων του, την τήξη των πάγων και την εξάτμιση.

Η σχέση όμως ανάμεσα στο νερό και το κλίμα είναι όχι απλά στενή αλλά και αμφίδρομη. Κάθε αλλαγή στο κλίμα από εξωγενείς παράγοντες όπως π.χ.: η αλλαγή της σύστασης της ατμόσφαιρας ή της κλίσης του άξονα περιστροφής της Γης κ.λπ., θα έχει άμεσες συνέπειες στον υδρολογικό κύκλο και αλυσιδωτά σε όλες τις διεργασίες που τον συναποτελούν. Έτσι ακόμη και με μικρή άνοδο της θερμοκρασίας μειώνεται σοβαρά η χιονοκάλυψη σε τοπικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο.

Με μικρή αύξηση της θερμοκρασίας οι περίοδοι της χιονοκάλυψης των Άλπεων αλλά και των δικών μας βουνών - της Πίνδου, του Ολύμπου, του Παρνασσού κ.λπ., - μπορεί να μειωθούν και να επιβραχυνθούν με αποτελέσματα πολύ δυσμενή για τη ροή των ποταμών και για την ξηρασία και τη μειωμένη υγρασία του εδάφους κατά τους θερινούς μήνες, όταν η κύρια τροφοδοσία προέρχεται από το λιώσιμο των πάγων και χιονιών.

Παρατεταμένες περίοδοι ξηρασίας και χαμηλής υγρασίας εδάφους διευκολύνουν τις δασικές πυρκαγιές. Παράλληλα, αν κατά το χειμώνα έχουμε ελαττωμένο ποσοστό χιονιού και αντίστοιχα αυξημένη βροχόπτωση, στο ίδιο χρονικό διάστημα αυτό οδηγεί σε αυξημένη διάβρωση των εδαφών, αυξημένα πλημμυρικά φαινόμενα στα πεδινά και αυξημένο ρυθμό πλήρωσης των υδροταμιευτήρων και φραγμάτων με φερτά υλικά, άρα επιβράχυνση της χρήσιμης ζωής σημαντικών έργων, π.χ.: υδροηλεκτρικών μονάδων κ.λπ.

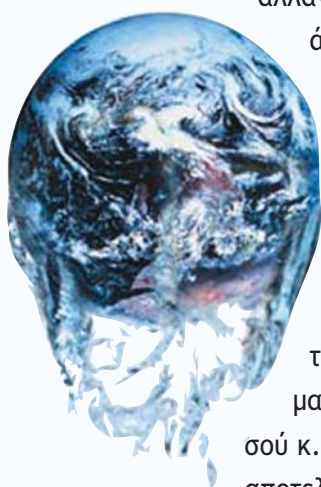
Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας από το λιώσιμο των πάγων αναμένεται να είναι από λίγες δεκάδες εκατοστά ως πάνω από πέντε μέτρα αν όλοι ή σχεδόν όλοι οι πάγοι τακούν. Αυτό θα σημαίνει απώλεια ολόκληρων χαμηλών νησιών, τεράστια αλλαγή στην παράκτια ζώνη με απώλειες παραγωγικής γης και απώλειες στη βιοποικιλότητα των περισσότερων υγροτόπων αλλά και σοβαρότερες επιπτώσεις στην ποιότητα και ποσότητα του γλυκού νερού.



Τα μαρμάρινα μνημεία και τα αγάλματα αποτελούνται από ανθρακικά άλατα (CaCO_3), τα οποία διασπώνται από τα οξέα. Αρχαιολογικοί θησαυροί ανεκτίμητης ιστορικής και πολιτισμικής αξίας, όπως η Ακρόπολη, ή οι πυραμίδες των Μάγισ καταστρέφονται από την όξινη βροχή.

Το θειικό οξύ αντιδρά με το ανθρακικό άλας και παράγεται ένα άλλο άλας αρκετά εύθραστο, ο γύψος. Το φαινόμενο ονομάζεται γυψοποίηση του μαρμάρου.

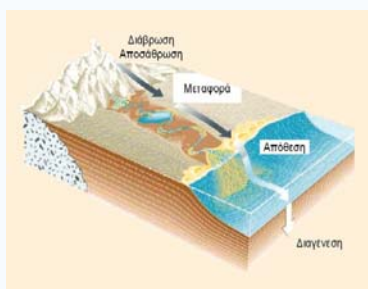
Η αντίδραση είναι η εξής:



Όταν το νερό αγκάλιασε την ξέτρα...

Το υπόγειο νερό

«Όπως ένα γέρικο δέντρο
διατηρεί όλες τις καταγραφές της
ανάπτυξης και της ζωής του,
η Γη διατηρεί μνήμες
του παρελθόντος της...
Το παρελθόν της Γης δεν είναι
λιγότερο σημαντικό από αυτό
των ανθρώπων. Τώρα είναι καιρός
να μάθουμε να το προστατεύουμε...»
από την «Παγκόσμια Διακήρυξη
των Δικαιωμάτων της Μνήμης
της Γης», Digne 1991



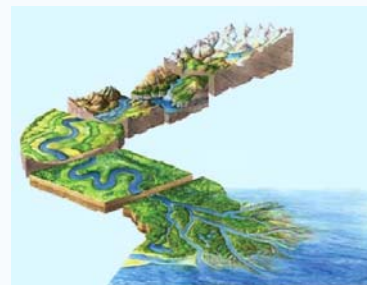
Τα πετρώματα είναι τα στερεά υλικά του φλοιού της Γης. Αποτελούνται από κρυστάλλους ορυκτών, κομμάτια άλλων πετρωμάτων ή και απολιθωμάτων. Ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού τους διακρίνονται σε μαγματικά ή πυριγενή, όταν προέρχονται από τη στερεοποίηση των λιωμένων υλικών του εσωτερικού της γης (π.χ. γρανίτης), σε ιζηματογενή, όταν δημιουργούνται από συμπαγοποίηση ιζημάτων, όπως οι ασβεστόλιθοι και οι ψαμμίτες και μεταμορφωμένα, όταν κάποια πετρώματα θαφτούν μέσα στη γη και θερμανθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα, όπως οι σχιστόλιθοι.

Η υπόγεια διαδρομή του νερού συνδέεται άμεσα με τους ασβεστόλιθους και τα μάρμαρα, ενώ η υπόγεια διακοπή της παραπάνω διαδρομής συχνά συνδέεται με τη συνύπαρξη αργιλικών και σχιστολιθικών πετρωμάτων.

Το νερό αποκτά σημαντική διαλυτική δράση, όταν εμπλουτίζεται με διάφορα συστατικά (CO_2 , HNO_2 , HNO_3). Το νερό εμπλουτίζεται κυρίως σε CO_2 , που προέρχεται από την ατμόσφαιρα και το έδαφος και μετατρέπεται σε σπουδαίο δια-



λυτικό μέσο, το οποίο συντελεί στη χημική αποσάθρωση-διάλυση επιδεκτικών πετρωμάτων. Τέτοια πετρώματα είναι κυρίως τα ανθρακικά, τα συστατικά των οποίων (άλατα ασβεστίου και μαγνησίου) μετατρέπονται σε διαλυτά όξινα ανθρακικά άλατα. Η διάλυση των ανθρακικών πετρωμάτων με αυτόν τον τρόπο, κυρίως ασβεστόλιθων και μαρμάρων λέγεται **καρστική διάβρωση**.



Η διάβρωση των πετρωμάτων είναι μια διεργασία που προϋποθέτει την αποσάθρωση. Η διάβρωση είναι η απόπλυση των πετρωμάτων από τα σαθρά υλικά και η μεταφορά τους μέσω του νερού ή του αέρα. Μέσα από τη διαδικασία αυτή συσσωρεύονται και τα ιζήματα που στη συνέχεια δημιουργούν τα **ιζηματογενή πετρώματα**. Όλα τα πετρώματα που βρίσκονται στην επιφάνεια της γης δέχονται την επίδραση της αποσάθρωσης και στη συνέχεια της διάβρωσης, που καταστρέφει τη συνοχή τους και μεταβάλλει το ανάγλυφο της επιφάνειας (**πετρολογικός κύκλος**).

Τα πετρώματα που σήμερα σχηματίζουν τα βουνά της Μεσογείου ήταν ιζήματα μέσα στη θάλασσα πριν από εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια. Στη συνέχεια, τα ιζηματογενή αυτά πετρώματα ανασηκώθηκαν εξαιτίας της παραπάνω ορογένεσης και σχημάτισαν τις βασικές οροσειρές των περιοχών γύρω από τη Μεσόγειο. Για το λόγο αυτό οι παραπάνω οροσειρές αποτελούνται από πολλά ανθρακικά πετρώματα στα οποία η καρστική αποσάθρωση έχει παίξει καθοριστικό ρόλο στη δημιουργία του αναγλύφου.

Στην Ελλάδα πολλές περιοχές της Ηπείρου, της Στερεάς Ελλάδας, της Πελοποννήσου και της Κρήτης χαρακτηρίζονται από την εμφάνιση ανθρακικών πετρωμάτων. Οι καρστικές περιοχές στην Κρήτη καταλαμβάνουν σχεδόν το 45% της επιφάνειάς της.

Με το πέρασμά του από την ατμόσφαιρα το νερό ενώνεται με το διοξείδιο του άνθρακα και μετατρέπεται σε ένα ασθενές οξύ, το οποίο διαλύει και διαβρώνει τα ανθρακικά πετρώματα. Σε αυτή τη σχέση του νερού με το πέτρωμα οφείλεται και το ιδιαίτερο ανάγλυφο των ορεινών όγκων.

Στα ανθρακικά πετρώματα σχηματίζονται μικρές κοιλότητες και τρύπες, που με το χρόνο και τη συνεχή διάλυση των πετρωμάτων μεγαλώνουν περισσότερο. Μπορεί να βαθύνουν, να μεγαλώσουν ή να ενωθούν με άλλες γειτονικές τους και να δημιουργηθούν καταβόθρες, βάραθρα, δολίνες, οροπέδια και σπήλαια.

Τα μάρμαρα ανήκουν στα μεταμορφωμένα πετρώματα, αφού έχουν υποστεί μεταμόρφωση, και έχουν κοκκώδη ιστό. Οι ασβεστόλιθοι είναι θαλάσσια ιζήματα ανθρακικού ασβεστίου που δεν έχουν μεταμορφωθεί και έχουν έντονη την παρουσία απολιθωμάτων.

Οι ασβεστόλιθοι είναι θαλάσσια ιζήματα που σχηματίζονται σε βάθη 0-1000 μέτρων. Η χημική σύσταση των ασβεστόλιθων παρουσιάζει διαφοροποιήσεις ως προς τις ξένες προσμίξεις που περιέχουν. Ανάλογα με τις διάφορες ουσίες που περιέχουν χαρακτηρίζονται σαν αμιγείς όταν $\text{CaCO}_3 > 90\%$ και μη αμιγείς όταν $\text{CaCO}_3 < 90\%$.





Ο ασβεστόλιθος είναι λίγο διαλυτός στο καθαρό νερό. Η διαλυτική του δράση αυξάνεται με τον εμπλουτισμό του σε νερό και CO_2 . Ο εμπλουτισμός του γίνεται είτε απευθείας από την ατμόσφαιρα κατά την πτώση της βροχοσταγόνας είτε από το βιογενές του εδάφους CO_2 , όταν το νερό της βροχής διηθηθεί πρώτα μέσα σε αυτό. Η αντίδραση διάλυσης του διοξειδίου του άνθρακα στο νερό είναι η εξής: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$.

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη διάλυση των ασβεστόλιθων είναι η θερμοκρασία και η πίεση. Η διαλυτική ικανότητα του ασβεστόλιθου αυξάνεται με την πτώση της θερμοκρασίας. Η μερική πίεση του CO_2 όταν αυτή αυξάνεται στο νερό τότε αυξάνει και τη διαλυτική του ικανότητα. Έτσι το κρύο νερό χειμερινών βροχοπτώσεων είναι πλουσιότερο σε διοξείδιο του άνθρακα και συνεπώς η επιφανειακή διάλυση των ασβεστόλιθων είναι μεγαλύτερη στις ψυχρές περιοχές παρά στις θερμές. Η διάλυση των ασβεστόλιθων δεν εξαρτάται μόνο από τους φυσικούς και χημικούς παράγοντες, αλλά και από την καθαρότητα του ασβεστόλιθου σε ανθρακικό ασβέστιο CaCO_3 .



Δολίνη στον Ψηλορείτη

Τα σπήλαια, τα φαράγγια και τα μικρά και τα μεγάλα οροπέδια (πόλγες) είναι προϊόν της διάλυσης των ασβεστόλιθων. Όσο ψηλώνουν τα βουνά τόσο το νερό τα διαλύει περισσότερο: ένας κόκκος ασβεστολιθικής άμμου διαλύεται από το νερό σε πέντε μήνες!

Η ύπαρξη των δολινών αποτελεί κυρίαρχο στοιχείο της καρστικής μορφολογίας. Η **δολίνη** είναι σλαβική λέξη και χαρακτηρίζει μια κλειστή λεκάνη, σε σχήμα κυκλικό ή ελλειπτικό, με διαστάσεις που φτάνουν μέχρι τα 100 μέτρα και βάθος 2-100 μέτρα. Ο πυθμένας των δολινών είναι σχετικά επίπεδος και καλύπτεται από χημικά ιζήματα. Η εξέλιξη μιας δολίνης εξαρτάται από τη διαλυτότητα των ασβεστόλιθων, του πάχους τους, του υδροφόρου ορίζοντα και του κλίματος της περιοχής. Σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας, όπου υπάρχουν ασβεστολιθικά πετρώματα συναντάμε δολίνες, από τις οροσειρές του Παρνασσού, της Γκίονας και των Βαρδουσίων μέχρι την Κρήτη,



Οροπέδιο της Νίδας (Πόλγη)

Οι **πόλγες** είναι τα μεγάλα καρστικά έγκοιλα. Είναι κλειστές κοιλότητες-λεκά-



νες. Έχουν μεγάλη επιφάνεια, που κυμαίνεται από λίγα έως εκατοντάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα. Περιβάλλονται από όρη και βρίσκονται σε διάφορα υψόμετρα. Οι πόλγες που βρίσκονται σε χαμηλά υψόμετρα κατακλύζονται από νερά και μετατρέπονται σε λίμνες και έλη. Η πόλγη μπορεί να οφείλεται στη συνένωση δολινών. Στην Ελλάδα μια χαρακτηριστική πόλγη, η μεγαλύτερη της Ελλάδας, είναι της Κοπαίδας. Στην Κρήτη υπάρχουν πόλγες, όπως το οροπέδιο της Νίδας στην Ίδη σε υψόμετρο 1360 μέτρων, του Ομαλού στα Λευκά Όρη σε υψόμετρο 1050 μέτρων, του Λασιθίου, κ.α.,



Καταβόθρα τον Ψηλορείτη



Αρόλιθος

Οι υπόγειες καρστικές μορφές είναι οι καταβόθρες οι μικροί και μεγάλοι οχετοί, τα σπήλαια. Σχηματίζονται από την είσοδο του επιφανειακού νερού προς το εσωτερικό του πετρώματος.

Καταβόθρες λέγονται τα έγκοιλα που ανεβαίνουν μέχρι την επιφάνεια του εδάφους κατακόρυφα ή με μεγάλη κλίση. Δέχονται μόνιμα ή περιοδικά επιφανειακά και υπόγεια νερά, προχωρούν στο εσωτερικό των ασβεστολιθικών πετρωμάτων και σχηματίζουν ένα σύστημα αγωγών με πολύπλοκο προσανατολισμό. Οι καταβόθρες μεταφέρουν το νερό της επιφάνειας.



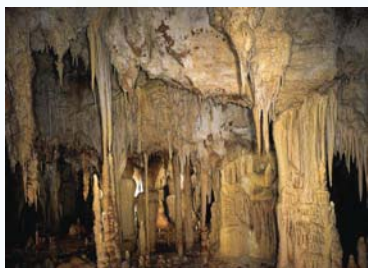
Το νερό δημιουργεί, εντυπωσιακά σπήλαια που κατοικούν μέσα τους θεοί και νεράιδες. Στο Ιδαίον Άντρο (το σπήλαιο της Ίδης), λατρευτικό με πλούσια αρχαιολογικά ευρήματα, ανατράφηκε ο πατέρας των θεών, ο Δίας, αφού, σύμφωνα με την παράδοση, τον έφερε εδώ η μητέρα του, η Ρέα, για να τον γλυτώσει από τον πατέρα του, τον Κρόνο. Επίσης, το σπήλαιο των Καμαρών με τα περίφημα καμαραϊκά αγγεία, το σπήλαιο Κορίτσι στη Νίδα και το Σφεντόνη στα Ζωνιανά, με πλούσιο σταλαγμιτικό και σταλακτιτικό διάκοσμο.

Σπήλαιο λέγεται κάθε φυσική κοιλότητα του εδάφους, αρκετά μεγάλη, ώστε να χωράει ένας άνθρωπος. Η Ελλάδα καλύπτεται κατά 60% από ασβεστολιθικά πετρώματα που είναι η βασική αιτία σπηλαιογέννησης. Έχουν καταγραφεί περισσότερα από 8000 σπήλαια από την Ελληνική Σπηλαιολογική Εταιρεία, στην Κρήτη 5000, έχουν αξιοποιηθεί τουριστικά 18. Όλα αποτελούν φυσικά μουσεία για πολλές και ενδιαφέρουσες εμπειρίες.

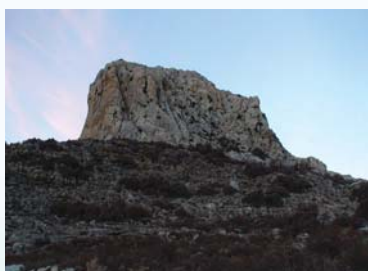
Τα περισσότερα σπήλαια βρίσκονται σε περιοχές με ασβεστολιθικά πετρώματα. Η διαδικασία για να δημιουργηθεί ένα σπήλαιο κρατάει χιλιάδες χρόνια. Αρχίζει, όταν το επιφανειακό νερό εισδύει στο υπέδαφος από μικρές ρωγμές.

Συστήματα σπηλαίων λέγονται υπόγειοι σχηματισμοί και συνδέονται μεταξύ τους με σήραγγες και διαδρόμους. Αυτά τα υπόγεια τοπία έχουν καταπληκτική ομορφιά και μας δείχνουν ασυνήθιστους σχηματισμούς βαθιά στο υπέδαφος.





Πλακώδεις ασβεστόλιθοι στον Ψηλορείτη
(Ρούσσα λίμνη)



Ασβεστόλιθοι της ζώνης της «Τρίπολης»

Άλλοι τύποι σπηλαίων είναι τα **σπήλαια λάβας** σχηματίζονται από τη διάπυρη λάβα των ηφαιστείων. Τα **σπήλαια πάγου** σχηματίζονται μέσα σε παγετώνες. Στις βραχώδεις ακτές σχηματίζονται **παράκτια σπήλαια**, καθώς τα κύματα και οι σφοδροί άνεμοι κατατρώνε τα πιο ευδιάλυτα πετρώματα.

Καθώς το νερό διεισδύει μέσα στον ασβεστόλιθο από τις διάφορες ρωγμές του διαλύει ένα ορυκτό του πετρώματος, που λέγεται **ασβεστίτης**. Αφού διαβρώσει τον ασβεστόλιθο και ανοίξει ένα σπήλαιο, το νερό εξακολουθεί να σταλάζει από τα τοιχώματα. Ένα μέρος του εξατμίζεται αφήνοντας πάνω στο πέτρωμα ένα λεπτό στρώμα ασβεστίτη. Με το πέρασμα χιλιάδων χρόνων σχηματίζονται λεία στρώματα από ασβεστίτη, τα οποία σε ορισμένες περιοχές καλύπτουν τα τοιχώματα των σπηλαίων. Δημιουργούν παράδοξους σχηματισμούς που λέγονται σταλακτικοί στύλοι και είναι σταλακτίτες ή σταλαγμίτες. Οι σταλακτίτες κρέμονται από την οροφή σαν παγοκρύσταλλοι, ενώ οι σταλαγμίτες είναι στύλοι που υψώνονται από το δάπεδο. Μερικές φορές ένας σταλακτίτης και ένας σταλαγμίτης ενώνονται δημιουργώντας μια κολώνα.

Η Γεωμορφολογία στον Ψηλορείτη

Ο Ψηλορείτης, το πιο ψηλό βουνό στην Κρήτη (2456 μ.), ξεπήδησε πριν από εκατομμύρια χρόνια μέσα από τη Μεσόγειο με τη σύγκρουση δύο λιθοσφαιρικών πλακών, της Αφρικής και της Ευρώπης. Έχει πέντε κορυφές πάνω από τα 2000μ., με τον Τίμιο Σταυρό να φτάνει στα 2456μ., αλλά και άλλες μικρότερες. Ανάμεσά τους απλώνονται φαράγγια, σπήλαια, οροπέδια, γκρεμνά. Ωστόσο, σε ολόκληρη την Κρήτη απλώνονται σα ραχοκοκαλιά οι σκληροί, τοποθετημένοι σαν πλάκες, **πλακώδεις ασβεστόλιθοι**, τα υπολείμματα του πυθμένα ενός πανάρχαιου ωκεανού. Την ομάδα αυτή συνθέτουν μάρμαρα διαφόρων ηλικιών. Τα παλιότερα είναι ηλικίας 300 περίπου εκατομμυρίων χρόνων, ενώ τα νεότερα

φτάνουν μέχρι τα 30 εκατομμύρια χρόνια από σήμερα. Τα θαλάσσια ιζήματα είναι πλούσια σε ανθρακικό ασβέστιο, γι αυτό και τα πετρώματα της Κρήτης είναι κατά 60-70% ανθρακικά στη σύστασή τους. Αποτελούνται από ασβεστόλιθους, δολομίτες και μάρμαρα.



Πτυχές στον Ψηλορείτη



Πιθανά απολιθώματα θαλάσσιων σφουγγαριών στον Ψηλορείτη

Αυτά τα πετρώματα που συναντούμε σε όλο τον ορεινό όγκο του Ψηλορείτη μέχρι την κορυφή ακόμη είναι στην πραγματικότητα σκούρα μάρμαρα που ξεχωρίζουν μεταξύ τους από λεπτές, άσπρες ή καστανοκόκκινες λουρίδες πυριτικού υλικού. Οι πιέσεις που ανασήκωσαν τα πετρώματα αυτά και δημιούργησαν τα βουνά είναι αποτυπωμένες σαν πτυχές που τσαλακώνουν τα στρώματα, όπως φαίνονται στη διαδρομή προς στο Οροπέδιο της Νίδας. Τριγύρω από την κεντρική οροσειρά διάφορες άλλες ομάδες πετρωμάτων σκεπάζουν τους πλακώδεις ασβεστόλιθους και δολομίτες της ζώνης της Τρίπολης από τους οποίους αποτελούνται πολλοί από τους χαμηλότερους ορεινούς όγκους. Μέσα σε αυτά υπάρχουν απολιθωμάτα ψαριών, κογχυλιών, κ.ά.

Η περιοχή του Ψηλορείτη είναι η μοναδική στην Κρήτη που φιλοξενεί όλες τις ομάδες των πετρωμάτων του νησιού. Ωστόσο, τα ασβεστολιθικά πετρώματα που αποτελούν την πλειονότητα στην περιοχή του Ψηλορείτη-80% του συνολικού όγκου των πετρωμάτων- καθόρισαν το ανάγλυφο της επιφάνειάς του. Με τον ίδιο τρόπο που το νερό σκάβει τα φαράγγια στις πλευρές των βουνών, μεγαλώνει τρύπες της επιφάνειας φτιάχνοντας οροπέδια ή σχηματίζοντας τοπία από γυμνό ασβεστόλιθο, αφού το χώμα μεταφέρεται στα οροπέδια για να φτιάξει την **ερυθρή γη** (terra rosa). Πολλά από τα μικρά οροπέδια και τα φαράγγια αποτελούν οάσεις ενδημισμού και βιοποικιλότητας.

Καταβόθρες και βάραθρα οδηγούν το νερό από την επιφάνεια στο εσωτερικό των πετρωμάτων συνεχίζοντας τη διαλυτική του δράση υπόγεια. Όπου το νερό βρει ρωγμή εισχωρεί και τη μεγαλώνει, σκάβοντας τα βουνά, δημιουργώντας υπόγεια ποτάμια. Γι αυτό η Κρήτη δεν έχει επιφανειακά νερά, ποτάμια ή λίμνες, αλλά υπόγεια που καταλήγουν στη θάλασσα ή τροφοδοτούν τις πηγές στη ρίζα των βουνών. Ο ορεινός όγκος του Ψηλορείτη αποτελεί τον υδροσυλλέκτη της κεντρικής Κρήτης και έχει ένα μεγάλο αριθμό σπηλαίων και υπόγειων ποταμών, οι οποίοι εκβάλλουν σε μικρές και μεγάλες πηγές, όπως της Γέργερης και του Ζαρού, ενώ άλλες φορές ανακατεύονται με τη θάλασσα, όπως στον Αλμυρό Ηρακλείου, τη μεγαλύτερη πηγή της Κρήτης, ή τις υποθαλάσσιες πηγές στο Μπαλί.



Προϊόν καρστικής διάβρωσης στο Χώνος

Ο μεταφλύσχος, ένα μεταμορφωμένο πέτρωμα με αρκετή άργιλο και κροκάλες ασβεστόλιθων, είναι η αιτία για την εμφάνιση πολλών πηγών στον Ψηλορείτη.



Μεγάλο Ρήγμα και η πηγή του Αγίου Φανουρίου

Τα σπήλαια είναι εντυπωσιακά στοιχεία του αναγλύφου της περιοχής τόσο λόγω του αριθμού τους όσο και των μορφών τους. Από απλά βυθίσματα της επιφάνειας (τάφκοι και βουλίσματα), μέχρι απύθμενα βάραθρα, όπως η Ταφκούρα στη Νίδα που φτάνει σε 960μ.



Σπηλαιοθέματα: Τα γλυπτά του νερού



Εξαιτίας αυτής της γεωλογικής κληρονομιάς και της ποικιλίας των γεωτόπων του, ο Ψηλορείτης ως Φυσικό Πάρκο έχει ενταχθεί από το 2001 στο Δίκτυο των Ευρωπαϊκών Γεωπάρκων και πρόσφατα αριθμείται και στα Παγκόσμια Γεωπάρκα της UNESCO. Ακόμη, λόγω της ποικιλίας των ενδημικών ειδών ζωής που φιλοξενεί στα σπλάχνα του, ανήκει στο Δίκτυο Natura 2000.

Στην Κρήτη έχουν καταγραφεί 5.000 σπήλαια. Στον Ψηλορείτη είναι καταγεγραμμένα 800 σπήλαια, εξερευνημένα 400. Η εξερεύνηση και τα ευρήματα τους μας δίνουν πολύτιμες πληροφορίες για τη ζωή των ανθρώπων στην Κρήτη αλλά και για την πανίδα της, όπως για παράδειγμα για την απολιθωμένη πανίδα, καθώς έχουν βρεθεί κόκκαλα από ελάφια, ηλικίας πάνω από 100.000 ετών.

Η περιοχή του Δήμου Ανωγείων, στο Ν. Ρεθύμνης, είναι μια από τις πλουσιότερες περιοχές σε σπήλαια. Το πιο γνωστό σπήλαιο της περιοχής των Ανωγείων είναι το «Ιδαίον Άντρο», το οποίο έχει πολύ μεγάλο αρχαιολογικό ενδιαφέρον. Τα σημαντικότερα σπήλαια της περιοχής σχετικά με το μέγεθος και το υδρογεωλογικό ενδιαφέρον είναι η «Ταφκούρα» με κατακύρυφο βάθος (-860μ.) με μήκος πάνω από 6.500μ., ο «Τάφος στα Πετραδολάκια» (-475μ.),



το «Διπλοτάφκι» (-400μ.) και το «Κορίτσι» με βάθος (-225μ.), το σπήλαιο Σφεντόνι στα Ζωνιανά, το ιστορικό σπήλαιο του Μελιδονίου, το σπήλαιο της Ειλείθυιας που ήταν αφιερωμένο στην προστάτιδα θεά του τοκετού, το σπήλαιο των Καμαρών, όπου βρέθηκαν τα καμαραϊκά αγγεία, κ.ά. Τα σπήλαια αυτά διατρέχονται από υπόγειους ποταμούς οι οποίοι συσχετίζονται με την πηγή «Αλμυρός» του Ηρακλείου, ο οποίος εκβάλλει κοντά στη θάλασσα.

Τα σπήλαια είναι κρύα, υγρά και σκοτεινά. Έχουν συνήθως τρεις ζώνες. Στην είσοδο του σπηλαίου, όπου πέφτει το φως του ήλιου, βρίσκεται η «ζώνη φωτός», όπου η θερμοκρασία και η υγρασία αλλάζουν, ανάλογα με την ώρα και την εποχή. Εδώ αναπτύσσονται πράσινα φυτά όπως οι φτέρες.



Τα τρωγλόξενα ή σπηλαιόξενα ζώα είναι εκείνα που ζουν, κυρίως, έξω από τα σπήλαια. Όμως, χρησιμοποιούν τα σπήλαια για να φωλιάσουν, να γεννήσουν ή να περάσουν εκεί τη ζεστή καλοκαιρινή περίοδο. Τέτοια ζώα είναι οι νυχτερίδες, τα πουλιά και κάποια έντομα όπως, οι νυχτοπεταλούδες, τα δίπτερα και τα τριχόπτερα.

Πιο μέσα είναι η «ζώνη του ημίφωτος», η μεταβατική ζώνη, στην οποία η θερμοκρασία και η υγρασία αλλάζουν ανάλογα με την ώρα και την εποχή, αλλά έχει ελάχιστο φως. Στη μεταβατική ζώνη των σπηλαίων θα συναντήσουμε τα τρωγλόφιλα ή σπηλαιόφιλα ζώα. Τους αρέσει η υγρασία της σπηλιάς, μπορούν όμως να ζήσουν και έξω από αυτήν. Τέτοια ζώα είναι οι αράχνες, οι ψευδοσκορπιοί, τα διπλόποδα, τα ισόποδα, κ.ά.

Πιο βαθιά στο σπήλαιο απλώνεται η «ζώνη του σκότους», όπου η θερμοκρασία και η υγρασία είναι σταθερές και δεν υπάρχει καθόλου φως. Στη σκοτεινή ζώνη ζουν μόνο τα τρωγλόβια ή σπηλαιόβια ζώα. Είναι άχρωμα, κουφά και τυφλά, αλλά με δυνατή όσφρηση και αφή. Έχουν προσαρμοστεί στη ζωή μέσα στα σπήλαια. Πολλά από τα ζώα που ζουν εδώ είναι άσπρα, καθώς δεν υπάρχει λόγος να έχουν λαμπερά χρώματα, ούτε υπάρχει φως για να επηρεάζει το χρώμα του δέρματος τους. Μερικά από αυτά μάλιστα είναι τυφλά. Έχουν όμως εξαιρετικά ανεπτυγμένες τις αισθήσεις της ακοής και της αφής, χάρη στις οποίες μπορούν να κινούνται μέσα στο σπήλαιο και να βρίσκουν τροφή.





Οι νυχτερίδες ζουν στα σπήλαια σε τεράστιες αποικίες.



Την ημέρα κοιμούνται κρεμασμένες από την οροφή και το σούρουπο βγαίνουν για αναζήτηση τροφής. Οι νυχτερίδες είναι σχεδόν τυφλές, αλλά πετούν με ακρίβεια στο σκοτάδι χάρη στην εξαιρετικά ανεπτυγμένη ακοή τους. Χρησιμοποιούν ένα σύστημα ηχοεντοπισμού που λειτουργεί σα ραντάρ. Εκπέμπουν συνεχείς οξείς ήχους, που δεν τις ακούει το ανθρώπινο αυτί. Όταν αυτοί οι ήχοι συναντήσουν εμπόδια, δημιουργούν ηχώ, την οποία συλλαμβάνουν οι νυχτερίδες, εντοπίζουν τα εμπόδια και τα αποφεύγουν.

Η Ελλάδα διαθέτει ένα μεγάλο αριθμό σπηλαίων που αποτελούν καταφύγιο ή χώρο διαβίωσης πολλών ειδών ζώων. Μέσα στο απόλυτο σκοτάδι και στην ησυχία, τα τρωγλόβια ζώα, σιγοπερπατούν ή έρπουν αναζητώντας τη λιγιστή τροφή τους. Τυφλά και άχρωμα, με μακριά άκρα και ευαίσθητα αισθητήρια ψάχνουν το ταίρι τους για να ζευγαρώσουν. Τα περισσότερα σπηλαιόβια ασπόνδυλα είναι ενδημικά της Κρήτης και ζουν σε μια μόνο σπηλιά και πουθενά αλλού στον κόσμο.



Τα σπήλαια έχουν μεγάλη σημασία για τη διατήρηση των ιπτάμενων θηλαστικών, γιατί χρησιμοποιούνται σα χώρος αναπαραγωγής, διημέρευσης και διαχείμασης. Πετούν με τα χέρια και γι' αυτό λέγονται χερόπτερα. Υπάρχουν 1000 είδη στον κόσμο, 36 στην Ευρώπη και εννέα από αυτά έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα στα σπήλαια της Κρήτης. Οι νυχτερίδες κυνηγούν τη νύχτα, ενώ τη μέρα αναπαύονται. Πολλές νυχτερίδες κοιμούνται σε σκοτεινές σπηλιές. Κουρνιάζουν ανά εκατοντάδες ανάποδα, η μία πάνω στην άλλη. Όταν σουρουπώνει, οι νυχτερίδες βγαίνουν για να αναζητήσουν την τροφή τους. Μερικές τρέφονται με έντομα, άλλες με καρπούς και νέκταρ λουλουδιών.

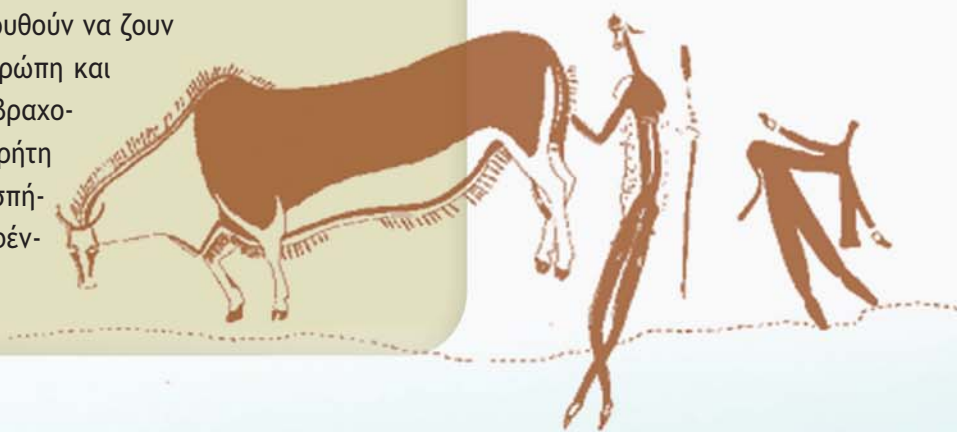
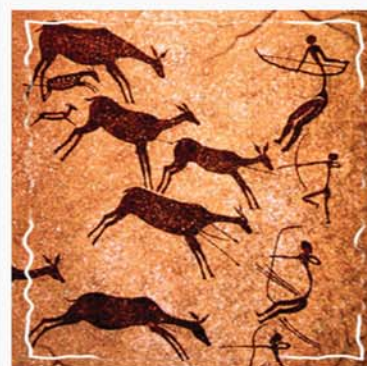
Η νυχτερίδα μοιάζει με ποντίκι που έχει φτερά. Η λαϊκή παράδοση μας λέει ότι ήταν ένα ποντίκι που μια μέρα μπήκε στην εκκλησία και βρήκε κάτω ένα κομμάτι αντίδωρο, το οποίο από ευλάβεια δεν έφαγε, αλλά το πήρε από εκεί και το φύλαξε σα φυλαχτό πολύτιμο. Ο Θεός για να το ανταμείψει του έδωσε φτερά να πετά στον ουρανό.

Ανάλογα με το είδος της τροφής τους οι νυχτερίδες χωρίζονται σε εντομοφάγες, σαρκοφάγες, φρουτοφάγες κ.τ.λ. Η νυχτερίδα της Κρήτης, και γενικά της Ελλάδας, είναι κυρίως εντομοφάγος, μικρόσωμη φτάνοντας τους 10-13 πόντους στο μήκος. Όταν, κατά τη διάρκεια της ημέρας, κοιμούνται κρεμασμένες από την οροφή του σπηλαίου, τυλίγονται με τα μεμβρανώδη φτερά τους, για να περιορίσουν την απώλεια θερμότητας από το σώμα τους. Οι νυχτερίδες παράγουν τεράστιες ποσότητες κοπράνων, γιατί κάθε βράδυ τρώνε τόση ποσότητα εντόμων όση και το βάρος τους.



Τα ελληνικά σπήλαια χρησιμοποιήθηκαν πριν από την Παλαιολιθική εποχή από διάφορα ζώα, ενώ υπήρξαν κατοικίες των πρωτόγονων ανθρώπων. Ακόμη, χρησιμοποιήθηκαν και ως χώροι λατρείας. Μέσα σε αυτά λατρεύτηκαν από τους πρωτόγονους ανθρώπους οι σταλαγμίτες ως θεότητες. Παραδόσεις και θρύλοι για νεράιδες και δράκους συνδέονται με τα σπήλαια. Πολλά από αυτά αποτελούσαν χριστιανικά μοναστήρια και εκκλησάκια ή ασκητάρια για μοναχούς. Ακόμα, πολλά από αυτά αποτελούσαν καταφύγια για τους αγωνιστές της ελευθερίας, όπως κρησφύγετα, νοσοκομεία, κ.ά.

Πριν από 30.000 χρόνια οι άνθρωποι άρχισαν να χαράζουν και να ζωγραφίζουν στα τοιχώματα των σπηλαίων. Έφτιαχναν τα χρώματα τους με κάρβουνο, άργιλο, χυμούς φρούτων και αίμα ζώων. Ζωγράφιζαν με τέσσερα βασικά χρώματα: μαύρο, άσπρο, κόκκινο και κίτρινο. Μερικές φορές έτριβαν τα χρώματα στην επιφάνεια του βράχου ή χρησιμοποιούσαν απλά πινέλα από ζωικές τρίχες ή φυτικές ίνες. Επίσης, χρησιμοποιούσαν κούφια κόκαλα για να φυσούν το χρώμα στο βράχο. Οι περισσότερες από αυτές τις πρώτες βραχογραφίες απεικόνιζαν ζώα. Οι ιστορικοί υποστηρίζουν ότι οι προϊστορικοί άνθρωποι επιτελούσαν ειδικές τελετουργίες που πίστευαν ότι τους βοηθούσαν στο κυνήγι. Ίχνη από τους πρώτους κατοίκους των σπηλαίων έχουν βρεθεί στη νότια Γαλλία και στην Κίνα, κοντά στο Πεκίνο. Οι προϊστορικοί άνθρωποι κατοίκησαν σε αυτά τα σπήλαια στο διάστημα από 500.000-250.000 χρόνια πριν. Σήμερα ελάχιστοι άνθρωποι εξακολουθούν να ζουν στα σπήλαια στην Αφρική, Ασία, Ευρώπη και Εγγύς Ανατολή. Οι περισσότερες βραχογραφίες απεικόνιζαν ζώα. Στην Κρήτη έχουν βρεθεί βραχογραφήματα στο σπήλαιο "Σκορδολάκια" στο χωριό Ασφένδου στα Σφακιά.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

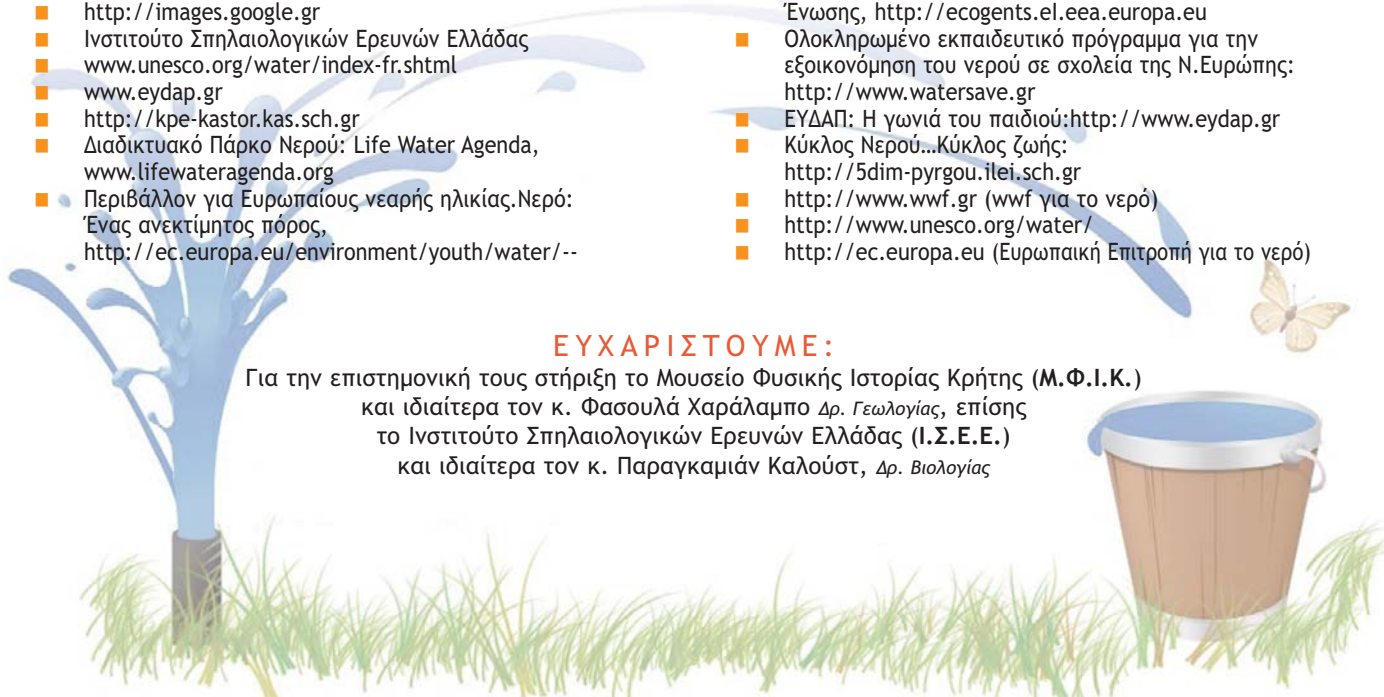
1. **Ανώγεια: Η γη του μύθου και του ονείρου**, εκδ. Δήμου Ανωγείων, Ανώγεια 2007
2. Barnham Kay, **Σώσε το Νερό**, μτφ. Σιδέρη Ν., εκδ. Άγκυρα, Αθήνα 2006
3. Bradley. D. & Crofton I. (2005). **Χημικά Στοιχεία, Νεανική Βιβλιοθήκη των Επιστημών**, εκδ. Σαββάλας.
4. Burnie D., **Ο Πλανήτης σε κίνδυνο**, μτφ. Γκανά Α., εκδ. Σαββάλας, Αθήνα 2005
5. Burnie D., **Ο Επιστημονικός μου Οδηγός. Ανακαλύπτω τη Φύση**, εκδ. Ερευνητές, Αθήνα 1992
6. Carruthers M., **Γη, Θάλασσα και Αέρας**, εκδ. Σαββάλας, Αθήνα 2005
7. Claybourne A., Doherty G., Treays R., μτφ. Χούνος Ν., **Η εγκυκλοπαίδεια του πλανήτη γη**, εκδ. Άγκυρα Αθήνα 1999
8. Γεωργόπουλος Αλ., ΓΗ: Ένας Μικρός και Εύθραστος Πλανήτης, εκδ. Gutenberg, Αθήνα 2000
9. Γλέζος Μ., **Ύδωρ-Αύρα-Νερό**, εκδ. Καστανιώτη Αθήνα 2001
10. Δεσύπρη, Ευαγγελία, **Γνωρίζω το νερό**, εκδ. Παπαδόπουλος, Αθήνα 2007
11. Δημοπούλου, Μ., Ζόμπολας, Τ., Μπαμπίλα, Ε., & Χατζημικαήλ, Μ. (2001), **Περιβαλλοντική Αγωγή για μικρά παιδιά**, Εκδόσεις Καλειδοσκόπιο.
12. Δούτσος Θ., **Γεωλογία: Αρχές και Εφαρμογές**, εκδ., Leader Books, Αθήνα 2006 (Β έκδοση)
13. Εκπαιδευτικό Πακέτο MEDASSET, **Μεσόγειος Θάλασσα, Πηγή Ζωής**, εκδ. Καλειδοσκόπιο-Ελληνικό Παιδικό Μουσείο Αθήνα 2002
14. Ελληνική Μυθολογία, **Οι Θεοί**, (τομ. 2), Εκδοτική Αθηνών, Αθήνα 1986
15. Ελληνικό Πανόραμα, **Νερό**, τεύχος 59, Σεπτέμβριος-Οκτώβριος 2007
16. Farndon, J., **Ο Επιστημονικός μου Οδηγός. Ανακαλύπτω τη Γη**, εκδ. Ερευνητές, Αθήνα 1993
17. Faure P., **Ιερά Σπήλαια της Κρήτης** μτφ. Καμαρης Σ., Ηράκλειο 2004, (Β έκδοση) Δήμος Ηρακλείου-Βικελαία Βιβλιοθήκη
18. **Η Γεωλογική Κληρονομιά του Ψηλορείτη**, εκδ. Φυσικό Πάρκο Ψηλορείτη-ΑΚΟΜ.Μ-Ψηλορείτης Α.Ε., Ανώγεια 2008
19. H₂O, **Ένα κουτί γεμάτο νερό**, εκδ. Καλειδοσκόπιο.
20. Θαυμαστός Κόσμος, **Πέτρες και Ορυκτά**, μτφ. Μαυρικάκη Ε., εκδ., Πατάκη, Αθήνα 2004
21. Θεοδοσίου Ε., Φέρμελη Γ., Κουτσουβέλη Α., **Η γεωλογική μας κληρονομιά**, εκδ., Καλειδοσκόπιο Αθήνα 2006
22. Θεοδωράκης Μ., Μάργαρης Ν.Σ., Καϊναδάς Η., **Υδροβιότοποι της ΔΕΗ, Τμήμα Περιβάλλοντος Πανεπιστημίου Αιγαίου**, εκδ. Καστανιώτη 1993
23. Luhr F. J. ΓΗ. **Ο απόλυτος εικονογραφημένος οδηγός**, εκδ. Δομή.
24. Μανούσος Ν. Ορέστης, **Οι παλαιοί Ανωγειανοί, Τρόπος ζωής και αγώνες κατά της Τουρκοκρατίας** εκδ. Anubis, Αθήνα 2007
25. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας-ΕΚΒΥ, **Ελληνικοί Υγρότοποι**, εκδ. Εμπορική Τράπεζα της Ελλάδος, Αθήνα 1996
26. Νικολάου Μ., **Ορυκτά, Πετρώματα και Πολιτισμός**, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Αθήνα 2005
27. **Οδηγός Καλής Πρακτικής για το Σχεδιασμό και τη διαχείριση ταμιευτήρων με στόχο την επίτευξη πολλαπλών λειτουργιών**, εκδ. Μ.Φ.Ι.Κ., Ηράκλειο 2005
28. Parker Steve, **Οι Μικροί Φυσιολίφες. Πετρώματα και Ορυκτά**, εκδ. Ερευνητές, Αθήνα 1995
29. Ρεπούση Μ., Γκουγκαρά Ε., Δαγκλή Ο., Κουτσουρά Ζ. & Μπενιατά Ε. (2006), **Υδάτινες διαδρομές. Από το χτες στο σήμερα**, εκδ. Καλειδοσκόπιο.
30. Σακελλαράκης Γ., **Ανασκάπτοντας το Παρελθόν**, εκδ. Άμμος, Αθήνα 1995
31. Σκορδούλης Κ., Σωτηράκου Μ., **Περιβάλλον, Επιστήμη και Εκπαίδευση**, εκδ., Leader Books, Αθήνα 2005
32. Σμπώκος Γ., **Ανωγειανά τομ. 1ος, 2ος, 3ος, 4ος, 5ος** εκδ. Καλέντης, Αθήνα 2006
33. Σταμάτης Κ., **Φωνές υδάτων πολλές**, λογοτεχνικό ημερολόγιο 2008, εκδ. Πατάκη, Αθήνα 2007
34. Tola Jose., & Infiesta Eva, **Βασικός Άτλας της Οικολογίας**, μτφ. Μαυρικάκη Ε., εκδ. Πατάκη, Αθήνα 2006
35. Υπουργείο Πολιτισμού, **Δημοσιεύματα του Αρχαιολογικού Δελτίου αρ.68, Άνθρωπος και Σηπαιοπεριβάλλον**, Πρακτικά Α' Πανελληνίου Σηπαιολογικού Συνεδρίου, Αθήνα 1998
36. Φασουλός Χ., **Οδηγός υπαίθρου για τη γεωλογία της Κρήτης**, Μ.Φ.Ι.Κ., Ηράκλειο 2001
37. Φασουλός Χ., **«Στοιχεία Γενικής Γεωλογίας»**, Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης, Ηράκλειο 1999
38. VanCleave 's j., **Γεωλογία για παιδιά**, μτφ. Στεφάνου Φ., Αθήνα 1995
39. Unicef, **Μια ζωή σαν τη δική μου** εκδ. Πατάκης, Αθήνα 2003
40. Wood Jenny, **Σπήλαια**, μτφ. Θεοδωράκατος Δ.-Ρηγοπούλου Σ., εκδ. Ερευνητές, Αθήνα 1993
41. Fassoulas Ch., **Psiloritis Natural Park**, Environmental Education Project, Natural History Museum 2007

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ, ΕΙΚΟΝΕΣ ΚΑΙ CLIPS ART ΑΠΟ:

- Αρχαιακό υλικό ΚΠΕ Ανωγείων
 - <http://images.google.gr>
 - Ινστιτούτο Σηπαιολογικών Ερευνών Ελλάδας
 - www.unesco.org/water/index-fr.shtml
 - www.eydap.gr
 - <http://kpe-kastor.kas.sch.gr>
 - Διαδικτυακό Πάρκο Νερού: Life Water Agenda, www.lifewateragenda.org
 - Περιβάλλον για Ευρωπαίους νεαρής ηλικίας.Νερό: Ένας ανεκτίμητος πόρος, <http://ec.europa.eu/environment/youth/water/>
- Γίνε περιβαλλοντικός πράκτορας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, <http://ecogents.el.eea.europa.eu>
 - Ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα για την εξοικονόμηση του νερού σε σχολεία της Ν.Ευρώπης: <http://www.watersave.gr>
 - ΕΥΔΑΠ: Η γωνιά του παιδιού:<http://www.eydap.gr>
 - Κύκλος Νερού...Κύκλος ζωής: <http://5dim-pyrgou.itei.sch.gr>
 - <http://www.wwf.gr> (wwf για το νερό)
 - <http://www.unesco.org/water/>
 - <http://ec.europa.eu> (Ευρωπαϊκή Επιτροπή για το νερό)

ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ:

Για την επιστημονική τους στήριξη το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης (Μ.Φ.Ι.Κ.) και ιδιαίτερα τον κ. Φασουλά Χαράλαμπο Δρ. Γεωλογίας, επίσης το Ινστιτούτο Σηπαιολογικών Ερευνών Ελλάδας (Ι.Σ.Ε.Ε.) και ιδιαίτερα τον κ. Παραγκαμιάν Καλούστ, Δρ. Βιολογίας





Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Ανωγείων



ΔΗΜΟΣ
ΑΝΩΓΕΙΩΝ