

Εκπαιδευτική Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια

ΤΟΜΟΣ 19

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΚΑΙ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ



ΕΚΔΟΤΙΚΗ ΑΘΗΝΩΝ

το δυνατόν καλύτερα το γεωειδές, το **ελλειψοειδές αναφοράς** ή το **γήινο ελλειψοειδές** (βλ. τ. 16, Γεωδαισία). Στη Χαρτογραφία, ως σχήμα της Γης θεωρείται το ελλειψοειδές αναφοράς και, στις περιπτώσεις δημιουργίας χαρτών των οποίων ο σκοπός δεν προϋποθέτει απεικόνιση της γεωμετρίας με μεγάλη ακρίβεια, η φυσική γήινη επιφάνεια προσομοιώνεται με την επιφάνεια μιας σφαίρας που είναι λιγότερο πολύπλοκη, λόγω της σταθερής καμπυλότητας.

Το σύστημα αναφοράς που χρησιμοποιείται στη Χαρτογραφία είναι αυτό των γεωγραφικών συντεταγμένων (φ , λ), το οποίο είναι ένα σύστημα επιφανειακών συντεταγμένων που αναφέρεται σε κάποιο από τα ελλειψοειδή που εφαρμόζονται στην πράξη ή σε μια σφαίρα. Στο επίπεδο του χάρτη χρησιμοποιείται ένα σύστημα ορθογώνιων (x , y) ή πολικών (ρ , θ) συντεταγμένων. Κάθε απεικόνιση ορίζεται με τη βοήθεια δύο συναρτήσεων f , g , οι οποίες και καθορίζουν το νόμο απεικόνισης, βάσει του οποίου κάθε σημείο της επιφάνειας του ελλειψοειδούς ή της σφαίρας συνδέεται αμφιμοσήματα με ένα σημείο στο επίπεδο. Επειδή η σφαίρα και το ελλειψοειδές εκ περιστροφής είναι μη αναπτύκτες επιφάνειες, η απεικόνισή τους στο επίπεδο συνοδεύεται από παραμορφώσεις των γεωμετρικών στοιχείων, οι οποίες εξαρτώνται από το νόμο της απεικόνισης. Έχουν δημιουργηθεί σχέσεις απεικόνισης, με την εφαρμογή των οποίων απεικονίζονται χωρίς παραμόρφωση τα εμβαδά, ή οι γωνίες, ή τα μήκη σε κάποια διεύθυνση, όμως δεν υπάρχει απεικόνιση στην οποία να διατηρούνται όλα τα γεωμετρικά στοιχεία αναλλοίωτα. Η μελέτη των παραμορφώσεων, η οποία στηρίζεται στη θεωρία επιφανειών του τομέα των Μαθηματικών, δίνει τη δυνατότητα προσδιορισμού των παραμορφώσεων κάθε απεικόνισης και, επομένως, κάνει εφικτή την αναγωγή των μετρήσεων που γίνονται στους χάρτες και τη διόρθωσή τους από τις παραμορφώσεις που έχουν υποστεί λόγω της προβολής τους στο επίπεδο.

Η φάση της συλλογής των πληροφοριών που πρόκειται να αποτελέσουν τα δεδομένα μιας απεικόνισης χωρίζεται σε δύο στάδια. Το πρώτο αφορά την τοποθέτηση της πληροφορίας στο χώρο, που είναι και ο πρωταρχικός σκοπός της χαρτογράφησης και υλοποιείται με τον προσδιορισμό της θέσης του φαινομένου στην επιφάνεια της Γης. Ο προσδιορισμός της θέσης είναι ουσιαστικά ο προσδιορισμός των γεωγραφικών συντεταγμένων, οι οποίες μετατρέπονται σε χαρτογραφικές μέσω των σχέσεων απεικόνισης του χάρτη. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στη φάση της συλλο-

γής είναι τοπογραφικές, γεωδαιτικές, φωτογραμμετρικές, τηλεπισκοπικές, και στηρίζονται στις αρχές των αντίστοιχων επιστημονικών περιοχών. Το δεύτερο στάδιο της συλλογής πληροφοριών αφορά τη γνώση και την παρατήρηση των απαραίτητων χαρακτηριστικών των φαινομένων που απεικονίζονται, ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη απόδοση της μορφής και της κατανομής τους στο χώρο. Η μελέτη αυτή γίνεται με βάση τους κανόνες και τις αρχές της επιστημονικής περιοχής που μελετά τα απεικονιζόμενα φαινόμενα.

Μετά το στάδιο της συλλογής των πληροφοριών ακολουθεί η χαρτογραφική επεξεργασία, η οποία έχει σκοπό την ευκρινή, αποτελεσματική, αξιόπιστη, καταληπτή απεικόνιση των δεδομένων που πρόκειται να απεικονιστούν. Τα δεδομένα συλλογής πρέπει να ελεγχθούν ως προς την αξιοπιστία και την ομοιομορφία τους και να ελαχιστοποιηθούν ή να συνρθωθούν τα υπάρχοντα σφάλματα. Καθριστικής σημασίας είναι και ο έλεγχος της διακριτικής ανάλυσης των χαρακτηριστικών θεματικών δεδομένων, τα οποία απεικονίζονται σε σχέση με το γεωγραφικό χώρο αναφοράς τους. Συγχρόνως εφαρμόζονται οι μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης για την επεξεργασία των ποσοτικών δεδομένων και του προσδιορισμού των κατάλληλων μεγεθών και δεικτών περιγραφής των φαινομένων.

Οι διεργασίες μέσω των οποίων εκτιμώνται και προκύπτουν επαγωγικά τα γενικευμένα χαρακτηριστικά των φαινομένων από τα επιμέρους λεπτομερή δεδομένα ονομάζονται, στη Χαρτογραφία, **γενίκευση**. Ως γενίκευση ορίζεται η απλοποιημένη αναπαράσταση των λεπτομερειών που κρίνονται κατάλληλες ως προς την κλίμακα και το σκοπό του χάρτη. Η γενίκευση των χαρτογραφικών δεδομένων επιτυγχάνεται μέσα από συγκεκριμένες διεργασίες:

- 1) Της απλοποίησης, δηλαδή του καθορισμού των σημαντικών χαρακτηριστικών, της εξάλειψης ανεπιθύμητων λεπτομερειών και του υπερτονισμού των σημαντικών χαρακτηριστικών των δεδομένων.
- 2) Της ταξινόμησης, με την έννοια της ιεράρχησης και της ομαδοποίησης των δεδομένων.
- 3) Του συμβολισμού, δηλαδή της γραφικής κωδικοποίησης των ουσιαστικών χαρακτηριστικών των γεωγραφικών φαινομένων.
- 4) Της επαγωγής, με την έννοια της λογικής εξαγωγής συμπερασμάτων.

Στο στάδιο της γραφικής απόδοσης των δεδομένων, ο χάρτης αντιμετωπίζεται σαν μια οπτική μέθοδος μετάδοσης πληροφοριών. Για τη μετάδοση των πληροφοριών γί-

νεται χρήση της χαρτογραφικής γλώσσας, η οποία είναι οπτική, στιγμιαία κατανοητή και έχει διεθνή χαρακτηριστικά. Τα γραφικά στοιχεία που αποτελούν τη βάση της χαρτογραφικής γλώσσας επιλέγονται με βάση τους κανόνες της οπτικής αντίληψης και αποδίδονται γραφικά, ακολουθώντας τους κανόνες του γραφισμού. Εξετάζοντας τον τρόπο με τον οποίο ο χάρτης γίνεται οπτικά αντιληπτός από τον αναγνώστη, καθοριστικές είναι οι θεωρίες της Ψυχολογίας, της Οφθαλμολογίας, που αναφέρονται στη φυσιολογία του ματιού, και της Νευρολογίας, που αναφέρονται στην οπτική αντίληψη. Σήμερα η χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων γραφικής απόδοσης των δεδομένων και δημιουργίας ψηφιακών χαρτών (βλ. Χάρτης) εισάγει στη χαρτογραφική διαδικασία τους κανόνες και τις αρχές λειτουργίας των συστημάτων αυτών. Συγχρόνως, δημιουργείται ανάγκη επανεξέτασης όλων των κανόνων του γραφισμού, οι οποίοι έχουν προκύψει από τη μελέτη και την ανάλυση της παραδοσιακής μορφής χαρτών, ώστε να εξεταστεί η ισχύς τους και στην ανάγνωση των χαρτών στις οθόνες των υπολογιστών.

Η σύγχρονη εικόνα της Χαρτογραφίας

Οι χάρτες που κατασκευάστηκαν έως το 19ο αιώνα είναι κυρίως τοπογραφικοί ή υδρογραφικοί, δηλαδή βασικό σκοπό έχουν την απόδοση της γεωμετρίας της επιφάνειας της Γης, ή του βυθού της θάλασσας. **Ειδικού σκοπού χάρτες**, οι **θεματικοί** όπως αποκαλούνται, εμφανίστηκαν στις αρχές του 19ου αιώνα, αποτέλεσμα της ανάπτυξης των κλάδων της επιστήμης που έχουν ως αντικείμενο μελέτης το φυσικό χώρο και τις σχέσεις ανθρώπου και περιβάλλοντος. Αυτή είναι και η αρχή της **Θεματικής Χαρτογραφίας**, η οποία εξελίσσεται ραγδαία τον 20ό αιώνα και ιδιαίτερα μετά τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο, έχοντας ως βασικό αντικείμενο την απεικόνιση της κατανομής θεματικών δεδομένων (χαρακτηριστικών ή φαινομένων) του γεωγραφικού χώρου και την έκφραση και απόδοση σχέσεων και αντιθέσεων των στοιχείων του. Μέσω του κλάδου αυτού, η Χαρτογραφία εισχωρεί σε αντικείμενα άλλων επιστημονικών περιοχών, όπως είναι οι επιστήμες του περιβάλλοντος (Γεωφυσική, Γεωλογία, Ωκεανογραφία, Μετεωρολογία, Κλιματολογία, Φυσική Γεωγραφία), οι κοινωνικές και οικονομικές επιστήμες (Ανθρωπολογία, Γεωγραφία, Δημογραφία, Αρχαιολογία, Ιστορία, Λαογραφία, Χωροταξία, Πολεοδομία, Οικονομία), αλλά και παραγωγικές δραστηριότητες (μεταφορές, συγκοι-

ωνίες, εμπόριο, σχεδιασμός). Η ακρίβεια απόδοσης της γεωμετρίας του χώρου παύει να είναι βασικός στόχος της δημιουργίας του χάρτη και το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στην απόδοση της μορφής των φαινομένων, των επιμέρους συστατικών τους, της κατανομής τους στην επιφάνεια της Γης και του συσχετισμού τους με άλλα χαρακτηριστικά του γεωγραφικού χώρου. Πρωταρχικής σημασίας ρόλο στη δημιουργία των θεματικών χαρτών κρατούν οι κανόνες του γραφισμού και οι αρχές της αντιληπτικότητας εικόνων, σχημάτων, χρωμάτων.

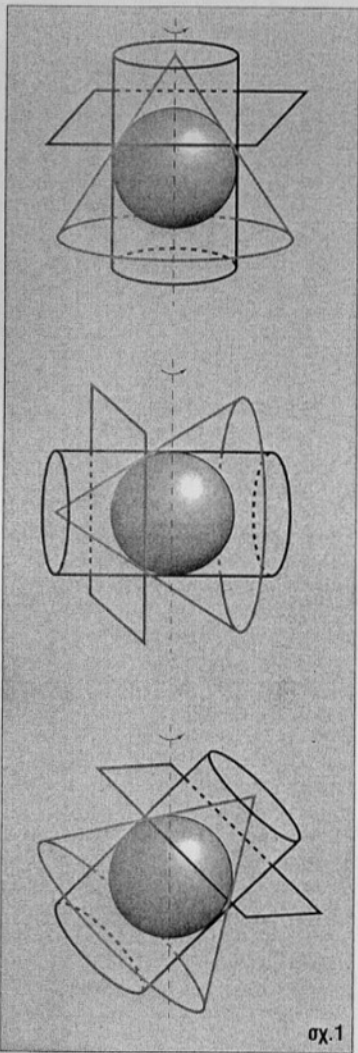
Το τελευταίο γεγονός που αποτέλεσε επανάσταση στη Χαρτογραφία ήταν η εισαγωγή των ηλεκτρονικών υπολογιστών σε όλα τα στάδια της χαρτογραφικής διαδικασίας δηλαδή στη συλλογή, την επεξεργασία και την απόδοση των χαρτογραφούμενων δεδομένων. Η συνεχής εξέλιξη υλικού (hardware) και λογισμικού (software) έχει επιφέρει ριζικές αλλαγές σε βασικές χαρτογραφικές αρχές, καθιερωμένες από τη μακρόχρονη ιστορία της Χαρτογραφίας και αμφισβήτηση θεμελιικών παραδοχών. Συγχρόνως, η τεχνολογία των υπολογιστών προσφέρει νέες δυνατότητες για επίλυση πολλών προβλημάτων που δεν μπορούσαν να αντιμετωπιστούν με τις παραδοσιακές μεθόδους σύνταξης και παραγωγής χαρτών. Η δυνατότητα δημιουργίας οργανωμένων βάσεων δεδομένων σε ψηφιακή μορφή έχει ως αποτέλεσμα την αξιοποίηση των δεδομένων αυτών για τη δημιουργία χαρτογραφικών προϊόντων που καλύπτουν ευρύ φάσμα εφαρμογών. Ειδικός κλάδος της Χαρτογραφίας, η **Ψηφιακή Χαρτογραφία** έχει ως αντικείμενο μελέτης και έρευνας τη μεθοδολογία σύνθεσης χαρτών με τη χρήση της τεχνολογίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών (βλ. Χάρτης).

B. ΦΙΛΙΠΠΑΚΟΠΟΥΛΟΥ

Χαρτογραφικές προβολές

Είναι οι διάφοροι τρόποι με τους οποίους γίνεται η απεικόνιση της επιφάνειας μιας σφαίρας ή ενός ελλειψοειδούς στο επίπεδο του χάρτη*.

Οι χαρτογραφικές προβολές ή **χαρτογραφικές απεικονίσεις** βασίζονται σε μαθηματικές απεικονίσεις και στις περισσότερες περιπτώσεις είναι γεωμετρικές προβολές (κεντρικές ή παράλληλες). Η απεικόνιση, όμως, μπορεί να πραγματοποιηθεί και με καθαρά αναλυτικό τρόπο, χωρίς να προέρχεται από γεωμετρική προβολή, ή να προκύψει από συνδυασμό αναλυτικής και γεωμετρικής μεθόδου. Ο νόμος απεικόνισης της επιφάνειας της Γης στο επίπεδο εκφράζεται, στη γενική του μορφή, από τις σχέσεις:



κη, τις γωνίες και τα εμβαδά σχημάτων που βρίσκονται πάνω στην επιφάνεια της Γης. Ο προσδιορισμός της παραμόρφωσης των μηκών γίνεται με αριθμητική ολοκλήρωση κατά μήκος της γραμμής, με τη βοήθεια της παραμόρφωσης του μήκους στοιχειώδους γραμμής, η οποία ορίζεται ως **κλίμακα γραμμικής παραμόρφωσης**, και δίνεται από τη σχέση:

$$m = \frac{ds}{dS}$$

όπου dS το στοιχειώδες μήκος στην επιφάνεια αναφοράς και ds η εικόνα του στο επίπεδο του χάρτη. Η κλίμακα γραμμικής παραμόρφωσης μεταβάλλεται από θέση σε θέση και ανάλογα με τον προσανατολισμό του στοιχειώδους μήκους. Σε κάθε θέση υπάρχουν δύο κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις, που διατηρούν κάθετες μεταξύ τους και τις εικόνες τους. Οι διευθύνσεις αυτές ονομάζονται **κύριες διευθύνσεις** και οι τιμές της κλίμακας γραμμικής παραμόρφωσης κατά μήκος τους λαμβάνουν τη μέγιστη (m_1) και την ελάχιστη τιμή (m_2) και ονομάζονται **κύριες κλίμακες**. Αν Ω είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ μιας τυχαίας διεύθυνσης και της διεύθυνσης της μέγιστης γραμμικής παραμόρφωσης (m_1), και, αντίστοιχα, ω η απεικόνισή της στο επίπεδο του χάρτη, τότε ορίζοντας ως **γωνιακή παραμόρφωση κατά διεύθυνση** (ϵ) τη διαφορά τους ($\epsilon = \Omega - \omega$) αυτή θα δίνεται από τη σχέση:

$$\sin \epsilon = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \sin(\Omega + \omega)$$

$$x = x(\varphi, \lambda) \text{ και } y = y(\varphi, \lambda)$$

οπότε κάθε σημείο της επιφάνειας της, η θέση του οποίου ορίζεται από τις γεωγραφικές συντεταγμένες (φ, λ), θα απεικονίζεται στο επίπεδο του χάρτη στη θέση που ορίζεται από τις ορθογώνιες συντεταγμένες (x, y), με τον τρόπο που καθορίζει ο νόμος της απεικόνισης. Η πολύπλοκη μορφή της γήινης επιφάνειας προσομοιώνεται με σφαίρα, ή όταν υπάρχουν απαιτήσεις μεγαλύτερης ακρίβειας, με το **ελλειψοειδές αναφοράς** ή **γήινο ελλειψοειδές** (βλ. τ. 16, Γεωδαισία). Επειδή η επιφάνεια της σφαίρας ή του ελλειψοειδούς παρουσιάζει καμπυλότητα, η απεικόνιση στο επίπεδο πάντα συνοδεύεται από παραμορφώσεις, και γι' αυτό οι επιφάνειες αυτές λέγονται μη αναπτύκτες. Πράγματι, αν γίνει προσπάθεια να έρθουν σε επαφή όλα τα σημεία μιας ελαστικής σφαίρας με ένα επίπεδο, το υποτιθέμενο επίπεδο του χάρτη, δεν μπορεί να επιτευχθεί η επαφή αυτή παρά μόνον αν τεντωθεί ή σχιστεί η επιφάνεια, δηλαδή αν παραμορφωθεί η επιφάνεια της ελαστικής σφαίρας. Έτσι, λοιπόν, οι χαρτογραφικές προβολές παραμορφώνουν τα μή-

παραμόρφωση του εμβαδού στοιχειώδους χωρίου, η οποία ορίζεται από την **επιφανειακή κλίμακα** και δίνεται από τη σχέση:

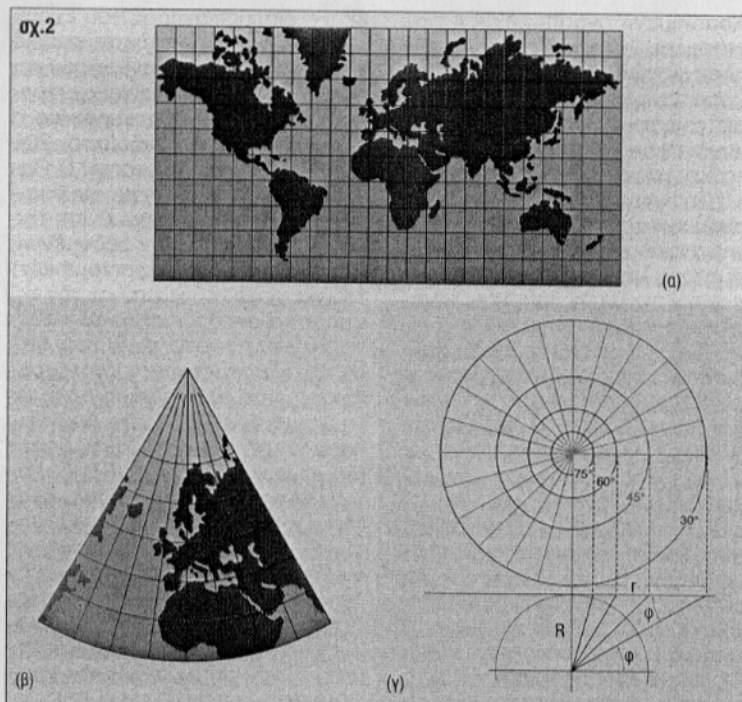
$$M = \frac{dA}{dA}$$

όπου dA το εμβαδόν του στοιχειώδους χωρίου στην επιφάνεια αναφοράς και da το εμβαδόν της εικόνας του στο επίπεδο του χάρτη.

Διάκριση χαρτογραφικών προβολών

Εξετάζοντας τις παραμορφώσεις που επιφέρουν στα γεωμετρικά μεγέθη (μήκη, γωνίες και εμβαδά), οι απεικονίσεις διακρίνονται σε σύμμορφες, ισοδύναμες και ισαπέχουσες. **Σύμμορφες** ονομάζονται οι απεικονίσεις που διατηρούν αναλλοίωτη τη μορφή των σχημάτων, δηλαδή δεν παρουσιάζουν γωνιακές παραμορφώσεις, **ισοδύναμες** οι απεικονίσεις που διατηρούν αναλλοίωτα τα εμβαδά και, τέλος, **ισαπέχουσες** αυτές που διατηρούν αναλλοίωτα τα μήκη γραμμών σε ορισμένες μόνο διευθύνσεις πάνω στην επιφάνεια της Γης. Πολλές φορές η απεικόνιση, αντί να γίνει απευθείας στην επιφάνεια ενός επιπέδου, μπορεί να γίνει πρώτα πάνω σε μια κατάλληλη επιφάνεια, η οποία, στη συνέχεια, αναπτύσσεται στο επίπεδο του χάρτη. Τέτοιες κατάλληλες αναπτύκτες επιφάνειες είναι η παράπλευρη επιφάνεια ενός κυλίνδρου ή ενός κώνου. Οι χαρτογραφικές προβολές, ανάλογα με την αναπτύκτική επιφάνεια στην οποία γίνεται η απεικόνιση, ονομάζονται **κυλινδρικές, κωνικές και επίπεδες ή αζιμουθιακές** (βλ. σχήμα 1).

Εξετάζοντας τον προσανατολισμό του κυλίνδρου, του κώνου ή του επιπέδου σε σχέση με την επιφάνεια της Γης, οι απεικονίσεις διακρίνονται σε ορθές, εγκάρσιες και πλάγιες (βλ. σχήμα 1). **Ορθές** ονομάζονται οι απεικονίσεις των οποίων η αναπτύκτική επιφάνεια είναι τοποθετημένη παράλληλα ως προς τον άξονα περιστροφής της Γης, **εγκάρσιες** οι απεικονίσεις των οποίων η αναπτύκτική επιφάνεια είναι τοποθετημένη κάθετα ως προς τον άξονα περιστροφής της Γης και, τέλος, **πλάγιες** οι απεικονίσεις των οποίων η αναπτύκτική επιφάνεια είναι τοποθετημένη σε τυχαίο προσανατολισμό σε σχέση με τον άξονα περιστροφής της Γης. Στις ορθές κυλινδρικές απεικονίσεις, οι μεσημβρινοί και οι παράλληλοι απεικονίζονται σε δέσμες παράλληλων ευθειών που τέμνονται κάθετα και οι πόλοι της Γης σε ευθείες. Η πιο γνωστή από τις κυλινδρικές απεικονίσεις ονομάζεται **ορθή Μερκατορική** (βλ. σχήμα 2α) και παρουσιάζει μια χαρακτηριστική ιδιότητα χρήσιμη στη ναυσιπλοία. Οι **λοξοδρομίες**, δηλαδή οι γραμμές στην επιφάνεια της Γης που έχουν σε κάθε σημείο σταθερό αζιμούθιο, απεικονίζονται ως ευθείες. Οι κωνικές απεικονίσεις προκύπτουν από έναν κώνο που εφάπτεται στο ελλειψοειδές ή στη σφαίρα κατά μήκος ενός παραλλήλου, ο οποίος ονομάζεται **θασικός παράλληλος**. Όταν ο κώνος αναπτύχθει στο επίπεδο, οι μεσημβρινοί απεικονίζονται σαν δέσμη ευθειών με κέντρο την κορυφή του κώνου που αντιστοιχεί στον πόλο, και οι παράλληλοι σαν τόξα ομόκεντρων κύκλων με το ίδιο κέντρο. Οι πόλοι της Γης στις κωνικές προβολές απεικονίζονται σε κυκλικά τόξα. Οι επίπεδες προβολές προκύπτουν από την απεικόνιση της επιφάνειας της σφαίρας ή του ελλειψοειδούς σε επίπεδο που εφάπτεται σε αυτήν. Στις ορθές επίπεδες απεικονίσεις, το σημείο επαφής είναι ο βόρειος ή ο νότιος πόλος της Γης. Τα σημεία από την επιφάνεια της σφαίρας ή του ελλειψοειδούς προβάλλονται άμεσα στο επίπεδο του χάρτη. Στις **επίπεδες ή αζιμουθιακές απεικονίσεις** (βλ. σχήμα 2β), ο πόλος της Γης απεικονίζεται σε σημείο, οι μεσημβρινοί απεικονίζονται σαν δέσμη ευθειών με κέντρο τον πόλο και οι παράλληλοι σαν ομόκεντροι κύκλοι με το ίδιο κέντρο. Ανάλογα με τον τρόπο που γίνεται η απεικόνιση, προκύπτουν συγκεκριμένες ιδιότητες για την προβολή. Έτσι η **ορθή πολική γωνωμική προβολή** (βλ. σχήμα 2γ), για παράδειγμα, προκύπτει από την κεντρική προβολή της επιφάνειας της σφαίρας από το κέντρο της. Με τη γωνωμική προβολή προβάλλονται οι μέγιστοι κύκλοι της σφαίρας σε ευθείες. Σύμφωνα με την ιδιότητα αυτή, η συντομότερη οδός μεταξύ δύο σημείων στην



σφαίρα (μέγιστος κύκλος) θα απεικονίζεται σε ευθεία που ενώνει τις προβολές των δύο σημείων, δηλαδή στη συντομότερη οδό στο επίπεδο του χάρτη.

B. ΝΑΚΟΣ

Χαρτοποιία

Είναι η βιομηχανία παραγωγής χαρτιού.

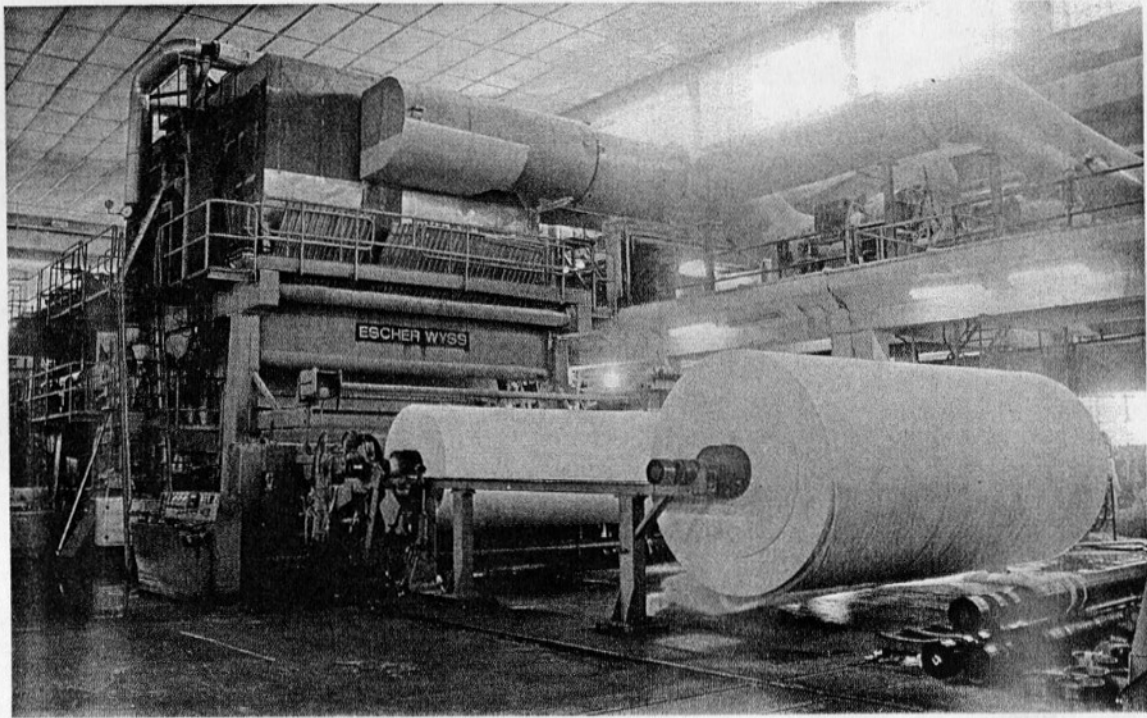
Φύλλο χαρτιού είναι σύνολο από φυτικές ίνες*, προσανατολισμένες προς δύο διευθύνσεις του χώρου και συνδεδεμένες μεταξύ τους με φυσικούς και χημικούς δεσμούς. Από χημικής πλευράς, οι ίνες αποτελούνται κυρίως από φυσικά μακρομόρια, πολυσακχαρίτες (κυτταρίνη, ημικυτταρίνη) και πολυφαινόλες (λιγνίνη). Η κυτταρίνη αποτελεί το βασικό δομικό συστατικό, ενώ άλλα συστατικά (λιγνίνη, ημικυτταρίνες) παίζουν ρόλο φυσικής «κόλλας». Η ποσοτική σύσταση του χαρτιού εξαρτάται από τη σύσταση των ινών της φυτικής πρώτης ύλης και από τη μέθοδο παραγωγής του χαρτοπολτού (δηλαδή του συνόλου των «απελευθερωμένων» ινών). Όταν οι φυτικές ίνες βρεθούν σε υδατικό περιβάλλον, τα ενεργά τμήματα των χημικών συστατικών τους σχηματίζουν φυσικοχημικούς δεσμούς (κυρίως δεσμούς υδρογόνου) με τα μόρια του νερού. Η συνάφεια ίνας-νερού αποτελεί παράγοντα μεγάλης σημασίας για την τεχνολογία παραγωγής χαρτοπολτού και χαρτιού.

Παραγωγή και είδη χαρτοπολτού

Με την **πολτοποίηση** των ινωδών φυτικών πρώτων υλών (π.χ. ξύλο, άχυρο) επιδιώκεται η «απελευθέρωση» των ινών τους, είτε με τη βοήθεια μηχανικών και θερμικών δράσεων (μηχανικοί και θερμομηχανικοί πολτοί) είτε μέσω μερικής (χημικοί πολτοί) ή εκτεταμένης (χημικοί πολτοί, λευκασμένοι πολτοί) απομάκρυνσης ημικυτταρίνης, λιγνίνης, και άλλων συστατικών, εκτός της κυτταρίνης, με τη βοήθεια χημικών δράσεων. Πριν από την πολτοποίηση ενός φυτικού υλικού γίνεται η κατάλληλη μηχανική προετοιμασία (π.χ. αποφλοιώση του κορμού του δένδρου, τεμαχισμός).

Για την παραγωγή **μηχανικών πολτών** δεν χρησιμοποιούνται χημικά. Για την ινοποίηση, οι κορμοί του ξύλου συμπιέζονται σε κατάλληλα σχεδιασμένους μύλους (αποτελούμενους από περιστρεφόμενους κυλίνδρους), με ταυτόχρονη ψύξη τους με διαβροχή. Ο παραγόμενος πολτός (**ξυλόπαστα**) χαρακτηρίζεται από πολύ μεγάλη απόδοση και σχετικά χαμηλή ποιότητα.

Οι **χημικοί πολτοί** παράγονται από την κατεργασία των φυτικών πρώτων υλών με διάφορες χημικές



Μηχανή παραγωγής χαρτιού tissue.

μεθόδους, που διακρίνονται σε αλκαλικές (μέθοδοι Kraft και σόδας), όξινες (θειωδών) και άλλες (π.χ. πολτοποίηση με οργανικούς διαλύτες). Σήμερα αποφεύγεται η χρήση χημικών ουσιών που επιβαρύνουν το περιβάλλον και προτιμούνται φιλικά προς το περιβάλλον πολτοποιητικά μέσα, όπως το οξυγόνο. Οι χημικοί πολτοί υστερούν σε απόδοση, αλλά υπερτερούν σε ποιοτικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τους μηχανικούς.

Ανάμεσα στα δύο αυτά βασικά είδη χαρτοπολτών υπάρχουν αρκετοί ενδιάμεσοι τύποι. Οι **χημικοί πολτοί** προκύπτουν από μερική δράση των χημικών μέσων, που εξασφαλίζει μεγαλύτερη απόδοση επί της πρώτης ύλης, ενώ οι **χημικο-θερμομηχανικοί πολτοί** παράγονται με την προσθήκη χημικών κατά τη θερμο-μηχανική πολτοποίηση, εξασφαλίζοντας καλύτερη ποιότητα προϊόντος. Τέλος, οι λευκασμένοι πολτοί προκύπτουν με λεύκανση, δηλαδή αύξηση, με χημικό τρόπο, της λευκότητας του χαρτοπολτού. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται παράγωγα του χλωρίου, ενώ και εδώ χρησιμοποιούνται κυρίως φιλικά προς το περιβάλλον μέσα (π.χ. υπεροξειδίου του υδρογόνου).

Παραγωγή και είδη χαρτιού

Η παραγωγή χαρτιού είναι διαδικασία συνεχούς έργου. Αρχικά, η στερεή πρώτη ύλη (θερμομηχανική ή χημική χαρτόμαζα, ανακυκλωμένο χαρτί) αποιώνεται στον **αναλυτή** με νερό. Μετά το σχηματισμό υδατικού αιωρήματος των ινών, ο πολτός καθαρίζεται με τη χρήση ειδικών μηχανημάτων, για την ανα-

βάθμισή του στην έκταση και το βαθμό που απαιτούνται. Η πλήρης ινοποίηση και η ευδοτάωση της ίνας ολοκληρώνονται με τη βοήθεια του **αποϊνωτή** (refiner). Η διεργασία αυτή είναι απαραίτητη για το σχηματισμό καλής ποιότητας φύλλου χαρτιού, με γρήγορη απομάκρυνση του νερού από το πλέγμα ινών του φύλλου. Στη συνέχεια, ο πολτός οδηγείται στην **χαρτοποιητική μηχανή**. Εκεί λαμβάνει χώρα ο σχηματισμός του φύλλου, του πλέγματος δηλαδή των ινών. Το φύλλο σχηματίζεται καθώς ο πολτός ρέει πάνω σε ένα κυλιόμενο διάτρητο πλέγμα από συνθετικό υλικό, που ονομάζεται **κρισάρα**, και αφυδατώνεται με τη βοήθεια της βαρύτητας. Τα απόβρα της κρισάρας ανακυκλώνονται στη χαρτοποιητική μηχανή, επειδή περιέχουν ίνες. Η κατακράτηση των ινών πάνω στην κρισάρα αυξάνεται με τη χρήση χημικών προσθέτων (πολυηλεκτρολυτών, θειικού αργιλίου κ.ά.). Στα επόμενα στάδια γίνεται επιπρόσθετη απομάκρυνση νερού με τη βοήθεια κενού, μηχανικής συμπίεσης και ξήρανσης (εξάτμιση νερού με θέρμανση). Το φύλλο χαρτιού τυλιγεται, τελικά, σε κύλινδρο. Το φύλλο του παραγόμενου χαρτιού περιέχει ακόμη υγρασία (5-7%), απαραίτητη για τη μορφολογική σταθερότητά του (και την ευκολότερη περαιτέρω επεξεργασία), που διαφορετικά θα διαταρασσόταν, επειδή το χαρτί έχει την ικανότητα να απορροφά υγρασία από το περιβάλλον.

Η παραγωγή χαρτονιού γίνεται με τεχνολογία αντίστοιχη αυτής των βαρύτερων ειδών χαρτιού.

Το χαρτί, εκτός από μέσο γρα-

φής, αποτελεί σήμερα ιδιαίτερο υλικό συσκευασίας (π.χ. πλαστικοποιημένα χαρτιά, πολυστρωματικά φύλλα, υλικά συσκευασίας ποτών). Χαρακτηριστικό μέγεθος κατάταξης των χαρτιών είναι η **επιφανειακή πυκνότητά** τους, δηλαδή το βάρος τους ανά μονάδα επιφάνειας (σε g/m²). Έτσι τα **χαρτιά τύπου tissue**, στα οποία ανήκουν το χαρτί υγείας, οι υφασμάτινες υφές χαρτοπετσέτες και το χαρτί κουζίνας έχουν συνήθως επιφανειακές πυκνότητες απλού φύλλου 18-23 g/m² και τα **χαρτιά συσκευασίας τροφίμων** από 20 έως και πάνω από 100 g/m², ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονται (περιτύλιξη ψωμιού, φρούτων, κρέατος κ.ά.). Άλλα είδη είναι το **χαρτί γραφής** (60-90 g/m²), το **λευκό** ή το **κίτρινο των φακέλων** (80-110 g/m²), το **τύπου Kraft** (80-110 g/m²), το **δημοσιογραφικό** (50-60 g/m²), και το **χαρτί εκτύπωσης** (60-90 g/m²), που είναι επιχρισμένο χαρτί, καλυμμένο δηλαδή με στρώμα ανθρακικού ασβεστίου (σε συνδυασμό με την αντίστοιχη επεξεργασία), για να είναι λείο και πιο λευκό.

Ορισμένα χαρτιά προοριζόμενα για τρόφιμα και άλλες χρήσεις είναι υδρόφοβα, επειδή κατά την παραγωγή τους έχει χρησιμοποιηθεί κατάλληλο πρόσθετο μέσο αδιαβροχοποίησης (κολοφώνιο σε συνδυασμό με θειικό αργίλιο, συνθετικές κόλλες κ.λπ.). Επίσης, όταν απαιτείται, χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα ρητίνες, για να προσδώσουν στο προϊόν υγρές αντοχές (π.χ. χαρτιά κουζίνας). Άλλες ιδιότητες του χαρτιού είναι οι μηχανικές (αντοχή σε εφελκυσμό, σε διάτρηση