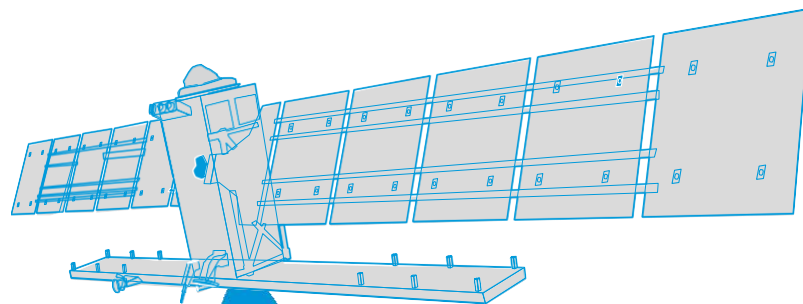
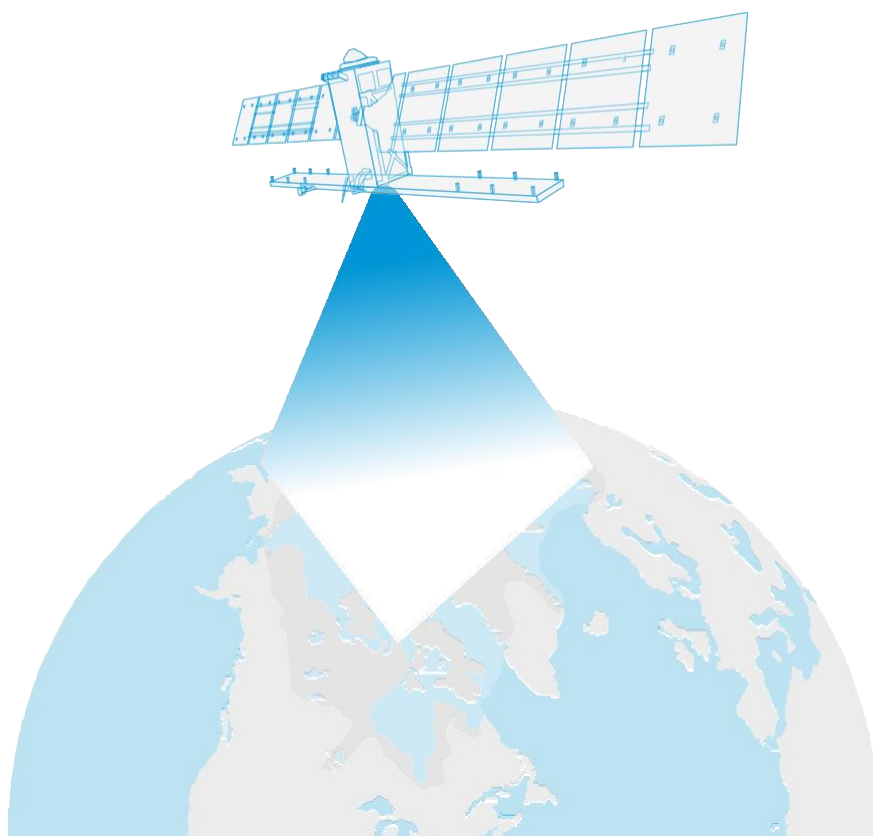


# teach with space

## → ΘΑΛΑΣΣΙΟΣ ΠΑΓΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ

Διερεύνηση του θαλάσσιου πάγου της Αρκτικής και της σύνδεσής του με το κλίμα





## Οδηγός εκπαιδευτικού

Δεδομένα	σελ 3
Περίληψη των δραστηριοτήτων	σελ 4
Εισαγωγή	σελ 5
Θεωρητικό πλαίσιο	σελ 7
Δραστηριότητα 1: Όταν ο ωκεανός παγώνει	σελ 9
Δραστηριότητα 2: Ο θαλάσσιος πάγος σήμερα	σελ 11
Δραστηριότητα 3: Ο θαλάσσιος πάγος μέσα από τις εποχές	σελ 12
Σύνδεσμοι	σελ 23
Παράρτημα	σελ 24

teach with space – sea ice from space | G04  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

The ESA Education Office welcomes feedback and comments  
[teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

An ESA Education production in collaboration with Nordic ESERO  
Translated by ESERO Greece

Copyright 2020 © European Space Agency

## → ΘΑΛΑΣΣΙΟΣ ΠΑΓΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ

### Διερεύνηση του θαλάσσιου πάγου της Αρκτικής και της σύνδεσής του με το κλίμα

#### Δεδομένα

**Μάθημα:** Γεωγραφία, Φυσική

**Ηλικία:** 13-17 ετών

**Τύπος:** δραστηριότητα μαθητών

**Πολυπλοκότητα:** εύκολο

**Χρόνος που απαιτείται:** 30 λεπτά για κάθε δραστηριότητα

**Κόστος:** χαμηλό (0 -10 ευρώ)

**Τοποθεσία:** εσωτερικός χώρος

**Περιλαμβάνει τη χρήση:** πάγου, υπολογιστή, διαδικτύου

**Λέξεις κλειδιά:** Παρατήρηση της Γης, θαλάσσιος πάγος, Αρκτική, κλίμα, κλιματική αλλαγή, γεωγραφία, φυσική

#### Σύντομη περιγραφή

Σε αυτή τη σειρά δραστηριοτήτων οι μαθητές θα διερευνήσουν τον πάγο στην Αρκτική θάλασσα. Πρώτα, θα πραγματοποιήσουν βιωματική δραστηριότητα για να ανακαλύψουν 'πότε ο ωκεανός παγώνει'. Έπειτα, θα χρησιμοποιήσουν δορυφορικές εικόνες για να αναλύσουν τη συγκέντρωση και την έκταση του θαλάσσιου πάγου και πώς αυτές οι παράμετροι έχουν αλλάξει τις τελευταίες δεκαετίες. Θα μάθουν πού στον κόσμο είναι δυνατό να βρουν θαλάσσιο πάγο και θα αναλύσουν ενημερωμένα και μακροπρόθεσμα δορυφορικά δεδομένα σχετικά με τη συγκέντρωση θαλάσσιου πάγου στην Αρκτική. Αυτή η δραστηριότητα ασχολείται με έναν από τους πιο σημαντικούς δείκτες που έχουν οι επιστήμονες για να μελετήσουν την κλιματική αλλαγή και τις συνέπειές της.

#### Μαθησιακοί στόχοι

- Να μάθουν τι είναι ο θαλάσσιος πάγος και που μπορεί να βρεθεί στη Γη.
- Να κατανοήσουν τη σημαντικότητα του θαλάσσιου πάγου και τη σύνδεσή του με το κλίμα της Γης.
- Να κατανοήσουν πώς η ανθρώπινη δραστηριότητα και οι φυσικές διεργασίες συμβάλουν στο να επηρεάζονται και να αλλάζουν τα τοπία, τα περιβάλλοντα, και το κλίμα.
- Να χρησιμοποιούν εργαλεία διαθέσιμα στο διαδίκτυο για να συλλέγουν και να αναλύουν δορυφορικά δεδομένα.
- Να κατανοήσουν πώς οι δορυφόροι παρατήρησης της Γης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον χαρακτηρισμό και την παρακολούθηση του θαλάσσιου πάγου.

## → Περίληψη των δραστηριοτήτων

Περίληψη των δραστηριοτήτων					
	Τίτλος	Περιγραφή	Αποτέλεσμα	Απαιτήσεις	Χρόνος
1	Όταν ο ωκεανός παγώνει	Συγκρίνετε τον πάγο γλυκού νερού με τον πάγο θαλασσινού νερού χρησιμοποιώντας ένα πείραμα διερεύνησης.	Κατανόηση του τι συμβαίνει όταν παγώνει το αλμυρό νερό και της σημασίας του θαλάσσιου πάγου.	Καμία	30 λεπτά
2	Ο θαλάσσιος πάγος σήμερα	Θαλάσσιος πάγος στον κόσμο και αναλύσεις ενημερωμένων δορυφορικών δεδομένων σχετικά με τη συγκέντρωση θαλάσσιου πάγου στην Αρκτική.	Μαθαίνοντας πού στη Γη μπορούμε να βρούμε θαλάσσιο πάγο και πώς να αναλύσουμε δορυφορικά δεδομένα σχετικά με τη συγκέντρωση θαλάσσιου πάγου.	Είναι επιθυμητή η γνώση για τα ωκεάνια ρεύματα	30 λεπτά
3	Ο θαλάσσιος πάγος μέσα από τις εποχές	Αναλύστε μακροπρόθεσμα δεδομένα για τον θαλάσσιο πάγο.	Προσδιορισμός βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων τάσεων που βοηθούν στον χαρακτηρισμό και την παρακολούθηση του θαλάσσιου πάγου.	Δραστηριότητα 2	30 λεπτά

## → Ο ΘΑΛΑΣΣΙΟΣ ΠΑΓΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ

### Διερεύνηση του θαλάσσιου πάγου της Αρκτικής και της σύνδεσής του με το κλίμα

#### → Εισαγωγή

Κάθε χρόνο, οι πολικοί ωκεανοί βιώνουν το σχηματισμό και στη συνέχεια το λιώσιμο τεράστιων ποσοτήτων θαλάσσιου πάγου. Αυτός ο εποχιακός κύκλος του θαλάσσιου πάγου είναι ένα από τα πιο δυναμικά στοιχεία του κλιματικού συστήματος της Γης.

Αν και ο θαλάσσιος πάγος βρίσκεται κυρίως στις πολικές περιοχές, επηρεάζει το παγκόσμιό μας κλίμα. Ο θαλάσσιος πάγος αλλάζει την ανακλαστικότητα του ωκεανού και λειτουργεί ως εμπόδιο στην ανταλλαγή θερμότητας και υγρασίας μεταξύ του ωκεανού και της ατμόσφαιρας. Οι εποχιακές αλλαγές του πολικού θαλάσσιου πάγου διαδραματίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στην κυκλοφορία των ωκεανών παγκοσμίως. Καθώς σχηματίζεται ο πάγος, αυξάνεται η αλατότητα και η πυκνότητα του επιφανειακού νερού. Το κρύο, πυκνό, πολικό νερό βυθίζεται και κινείται κατά μήκος του πυθμένα του ωκεανού προς τον ισημερινό, ενώ το ζεστό νερό ταξιδεύει από τον ισημερινό προς τους πόλους. Καθώς ο πάγος λιώνει στέλνει μια ροή γλυκού νερού στον άνω ωκεανό. Αυτό μειώνει την αλατότητα και την πυκνότητα του νερού και το ελαφρύτερο, λιγότερο πυκνό νερό σχηματίζει ένα φρέσκο στρώμα στην επιφάνεια.

Ο εποχικός κύκλος του θαλάσσιου πάγου επηρεάζει όχι μόνο το κλίμα αλλά και τις ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η ναυτιλία, καθώς και τα βιολογικά ενδιαφέροντα. Το οικοσύστημα της Αρκτικής φιλοξενεί πολλούς οργανισμούς, από μικροσκοπικά βακτήρια, φυτοπλαγκτόν και φύκια, μέχρι μεγάλα ζώα όπως πολικές αρκούδες και φώκιες που εξαρτώνται από τον θαλάσσιο πάγο για την επιβίωσή τους.

Οι δορυφόροι μας δίνουν μια μοναδική επισκόπηση των πολικών περιοχών, παρέχοντας μετρήσεις που προηγουμένως ήταν αδύνατο να ληφθούν σε τέτοιες εχθρικές και απομακρυσμένες περιοχές. Διαφορετικοί τύποι αισθητήρων, από οπτικούς έως παθητικούς αισθητήρες μικροκυμάτων ή υπερύθρων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρατήρηση και την παρακολούθηση του θαλάσσιου πάγου. Αρκετές αποστολές του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος (ESA) έχουν μελετήσει ή μελετούν τον θαλάσσιο πάγο στη Γη. Μεταξύ αυτών είναι ο δορυφόρος CryoSat του ESA, μια αποστολή Earth Explorer, και οι Copernicus Sentinels, μια οικογένεια δορυφόρων που αναπτύχθηκαν για να παρακολουθούν τον εύθραυστο πλανήτη μας.



Εικόνα 1

↑ Ο δορυφόρος Cryosat του ESA είναι αφιερωμένος στη μέτρηση του πάχους του πολικού θαλάσσιου πάγου και στην παρακολούθηση των αλλαγών στα στρώματα πάγου που καλύπτουν τη Γροιλανδία και την Ανταρκτική.

Με αυτό το σύνολο δραστηριοτήτων και με την ανάλυση πραγματικών δορυφορικών δεδομένων σχετικά με τη συγκέντρωση θαλάσσιου πάγου στην Αρκτική, οι μαθητές θα παρακινηθούν να σκεφτούν τη σημασία του θαλάσσιου πάγου και γιατί οι επιστήμονες τον μελετούν. Οι μαθητές θα καταλάβουν ότι αν και μπορεί να μην επηρεάζει άμεσα τον καθένα μας, η επίδραση του θαλάσσιου πάγου στη Γη είναι παγκόσμια.

## → Θεωρητικό πλαίσιο

### Τι είναι ο θαλάσσιος πάγος;

Ο θαλάσσιος πάγος είναι απλώς παγωμένο θαλασσινό νερό. Σε αντίθεση με τα παγόβουνα ή τους παγετώνες που προέρχονται από την ξηρά, ο θαλάσσιος πάγος σχηματίζεται, αναπτύσσεται και λιώνει στον ωκεανό. Ο σχηματισμός θαλάσσιου πάγου είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που επηρεάζεται από τις βασικές ιδιότητες του νερού και του πάγου. Η περιεκτικότητα σε αλάτι του νερού επηρεάζει το σημείο πήξης: όσο υψηλότερη είναι η περιεκτικότητα σε αλάτι, τόσο χαμηλότερο είναι το σημείο πήξης.

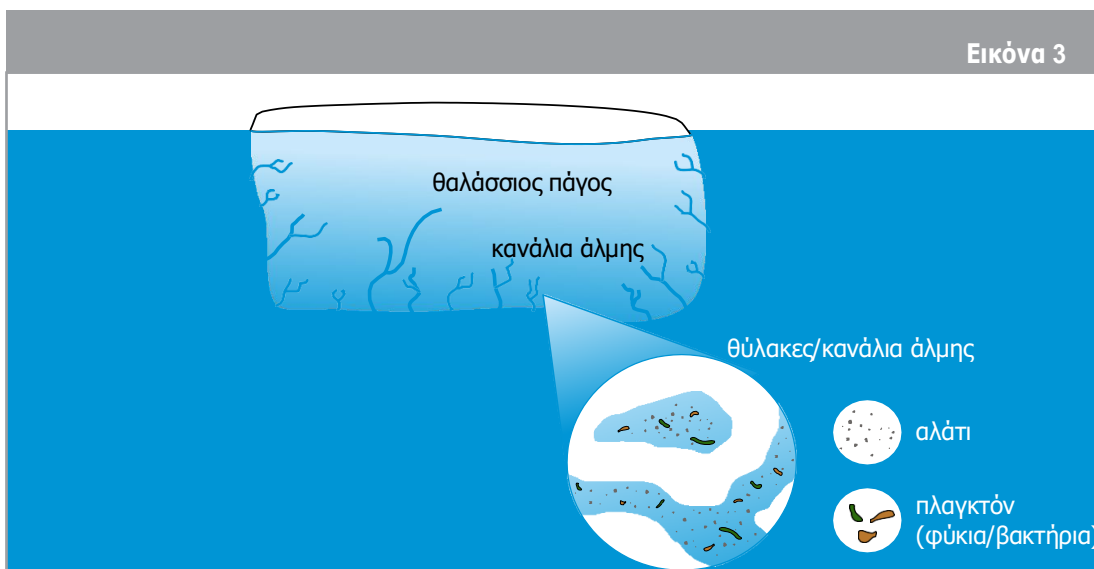


↑ Κάθε χρόνο ο Αρκτικός Ωκεανός βιώνει το σχηματισμό και στη συνέχεια το λιώσιμο τεράστιων ποσοτήτων πάγου που επιπλέουν στην επιφάνεια της θάλασσας.

### Ενδιαίτημα για μικροσκοπική ζωή

Ο θαλάσσιος πάγος περιέχει λίγο αλάτι, καθώς το μεγαλύτερο μέρος του απορρίπτεται όταν σχηματίζεται ο πάγος. Τα ιόντα άλατος δεν χωρούν στην κρυσταλλική δομή του πάγου του νερού και για αυτό το λόγο το αλάτι αποβάλλεται. Το αλάτι που απορρίπτεται είτε εξαναγκάζεται να βγει στα τριγύρω νερά είτε παγιδεύεται σε μικρούς θύλακες ή κανάλια μεταξύ των κρυστάλλων πάγου. Αυτά ονομάζονται αλατόνερα. Η υψηλή συγκέντρωση αλατιού εμποδίζει τα αλατόνερα να παγώσουν.

Τα αλατόνερα στον πάγο της θάλασσας δεν αποτελούνται μόνο από αλάτι, αλλά παγιδεύουν και μικροοργανισμούς όπως τα πλαγκτόν. Διαφορετικές διαδικασίες ξεπλένονται από τα αλατόνερα καθιστώντας δυνατή την ανάπτυξη φωτοσυνθετικών φυκιών στον πυθμένα του θαλάσσιου πάγου. Τα φύκια χρησιμεύουν ως τροφή για μικρά ζώα στον ωκεανό, ακόμη και για φάλαινες. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, όταν δεν υπάρχει ηλιακό φως στην Αρκτική, οι οργανισμοί δεν είναι ενεργοί. Κατά τη διάρκεια της άνοιξης, όταν υπάρχει διαθέσιμο φως για φωτοσύνθεση, και όλο το καλοκαίρι, όταν τα νερά ζεσταίνονται, ο θαλάσσιος πάγος λιώνει και απελευθερώνει κύτταρα φυκιών και μικροσκοπικά ζώα πίσω στη θάλασσα που γίνονται τροφή για μεγαλύτερα ζώα.






↑ Τα κανάλια άλμης στον θαλάσσιο πάγο αποτελούνται από ένα πολύ αλμυρό υγρό και αποτελούν μικρο-βιότοπο για τα φύκια του πάγου.

## Μετρήσεις θαλάσσιου πάγου

Από το 1979, διαφορετικοί δορυφόροι παρείχαν συνεχή καταγραφή της κάλυψης του θαλάσσιου πάγου της Γης. Τα δεδομένα που συλλέγονται από δορυφορικά όργανα συνήθως επεξεργάζονται σε στοιχεία ψηφιακής εικόνας ή pixels (εικονοστοιχεία). Ένα pixel μπορεί να καλύπτει μια περιοχή 25 km x 25 km ή μικρότερη. Οι επιστήμονες υπολογίζουν την ποσότητα του θαλάσσιου πάγου σε κάθε εικονοστοιχείο.

Κατά την ανάλυση των δεδομένων σχετικά με τον θαλάσσιο πάγο, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ποιες τιμές μέτρησης χρησιμοποιούνται. **Η περιοχή του θαλάσσιου πάγου** είναι η περιοχή όπου μετράται ο θαλάσσιος πάγος μέσα σε ένα εικονοστοιχείο. Η **συγκέντρωση του θαλάσσιου πάγου** είναι το ποσοστό του εικονοστοιχείου που καλύπτεται με πάγο. Αυτό μπορεί να υπολογιστεί διαιρώντας την περιοχή του θαλάσσιου πάγου με την περιοχή του εικονοστοιχείου. Για παράδειγμα, εάν 62,5 km<sup>2</sup> ενός εικονοστοιχείου 625 km<sup>2</sup> καλυπτόταν με πάγο, η συγκέντρωση του θαλάσσιου πάγου θα ήταν 10%. Πολλοί επιστήμονες εργάζονται με μια άλλη τιμή που ονομάζεται **έκταση του θαλάσσιου πάγου**. Η έκταση καθορίζει εάν υπάρχει κάλυψη πάγου ή όχι για ολόκληρο το εικονοστοιχείο εφαρμόζοντας τον ακόλουθο κανόνα: εάν η συγκέντρωση του θαλάσσιου πάγου είναι μεγαλύτερη από 15%, τότε υπάρχει θαλάσσιος πάγος.

Πίνακας 1			
Μετρήσεις θαλάσσιου πάγου για ένα pixel 25km x 25km			
<b>Περιοχή θαλάσσιου πάγου</b>	12,5 km <sup>2</sup>	100 km <sup>2</sup>	562,5 km <sup>2</sup>
<b>Συγκέντρωση θαλάσσιου πάγου</b>	2%	16%	90%
<b>Έκταση θαλάσσιου πάγου</b>	Καθόλου θαλάσσιος πάγος Καθώς η συγκέντρωση του θαλάσσιου πάγου είναι <15%	625 km <sup>2</sup>	625 km <sup>2</sup>

↑ Πίνακας 1: Περίληψη των διαφορετικών μετρήσεων θαλάσσιων πάγων για ένα εικονοστοιχείο που αναπαριστά μια περιοχή με 25 km x 25 km. (Το μπλε αναπαριστά νερό και το λευκό θαλάσσιο πάγο).

Όταν οι επιστήμονες αποφασίζουν να χρησιμοποιήσουν μία από αυτές τις μετρήσεις, πρέπει να εξετάσουν διάφορες πτυχές. Ενώ η περιοχή μπορεί να εμφανίζεται ως το «πιο σωστό» μέτρο, ο τρόπος απόκτησης αυτών των δεδομένων είναι σχετικός. Τα περισσότερα δορυφορικά δεδομένα παρέχουν στους επιστήμονες πληροφορίες σχετικά με το μείγμα επιφανειακών συνθηκών που εμφανίζονται μέσα σε ένα εικονοστοιχείο εικόνας. Στους μήνες κατά τους οποίους λιώνει ο πάγος, το λιωμένο νερό στον πάγο μπορεί να θεωρηθεί λανθασμένα ως νερό ανοικτής θάλασσας. Αυτό σημαίνει ότι η συγκέντρωση του θαλάσσιου πάγου και το κλάσμα του ωκεανού που καλύπτεται από θαλάσσιο πάγο μπορεί να υποτιμηθεί. Κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών η συγκέντρωση του πάγου μπορεί να υπερεκτιμηθεί λόγω της δυνατότητας του αισθητήρα να εξομαλύνει μικρές ρωγμές ή απαγωγές μέσα στη θαλάσσια παγοκύστη.



## → Δραστηριότητα 1 – Όταν ο ωκεανός παγώνει

Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές θα κατανοήσουν κάποιες ιδιότητες του θαλάσσιου πάγου συγκρίνοντας παγάκια που δημιουργήθηκαν από φρέσκο νερό και από αλμυρό νερό.

Αυτή η δραστηριότητα θα πρέπει να ολοκληρωθεί σε δύο μέρες, καθώς το νερό χρειάζεται αρκετό χρόνο για να παγώσει.

### Εξοπλισμός

- Φύλλο εργασίας για κάθε ομάδα μαθητών
- 2 δοχεία ή κούπες 250 ml
- Κουταλάκι του γλυκού
- Δίσκος
- Μεζούρα
- Επιτραπέζιο αλάτι
- Χρωστικές τροφίμων

### Άσκηση

Ξεκινήστε τη δραστηριότητα ρωτώντας τους μαθητές εάν ξέρουν τι είναι ο θαλάσσιος πάγος και γιατί πιστεύουν ότι είναι σημαντικό να τον μελετήσουν. Αυτή η ερώτηση θα τεθεί ξανά στους μαθητές στη συζήτηση.




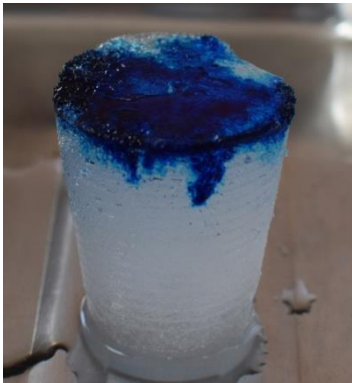
Οι μαθητές θα μελετήσουν δύο δείγματα – ένα γλυκού νερού και ένα θαλασσινού νερού – και θα συγκρίνουν τις διαφορές μεταξύ του κανονικού πάγου γλυκού νερού και του πάγου θαλασσινού νερού χρησιμοποιώντας μερικές σταγόνες χρωστικής τροφίμων σε κάθε τύπο πάγου.

Οδηγίες για την προετοιμασία και την άσκηση παρέχονται στο φύλλο εργασίας του μαθητή. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να επιλέξουν να κάνουν τη δραστηριότητα 2 και 3 την ίδια ημέρα όσο τα δείγματα ετοιμάζονται και να συζητήσουν τη δραστηριότητα 1 τη δεύτερη ημέρα. Είναι επίσης δυνατή η εκτέλεση της δραστηριότητας 1 ως επίδειξη.

Τα πλαστικά ποτήρια μπορεί να είναι ευκολότερα στη χρήση, καθώς οι μαθητές μπορούν να κόψουν το κύπελλο για να αφαιρέσουν τον πάγο. Εάν χρησιμοποιηθούν επαναχρησιμοποιούμενα πλαστικά βάζα ή πλαστικά δοχεία, οι μαθητές μπορεί να χρειαστεί να τα τοποθετήσουν σε ζεστό νερό για λίγο για να απελευθερωθεί ο πάγος από το βάζο. Ο πάγος πρέπει να τοποθετηθεί σε δίσκους για να μαζεύεται το λιωμένο νερό.

Μπορείτε να επεκτείνετε την πρακτική δραστηριότητα προσθέτοντας ένα άλλο δείγμα από τουλάχιστον 5 κουταλάκια του γλυκού αλάτι διαλυμένα σε 200 ml φρέσκου νερού. Αυτό δεν θα παγώσει εντελώς λόγω της υψηλής συγκέντρωσης αλατιού και επιδεικνύει γιατί τα αλατόνερα δεν παγώνουν.

## Αποτελέσματα

	Πάγος γλυκού νερού	Πάγος αλατόνευρο
Πριν προσθέσετε τις χρωστικές τροφίμων	Καθαρό και κατά βάση διάφανο 	Ομιχλώδης και πορώδης δομή 
Μετά από προσθήκη χρωστικής τροφίμων	Η χρωστική τροφίμων δεν διεισδύει στον πάγο και τρέχει από την πλευρά του πάγου ή συσσωρεύεται στην κορυφή του 	Η χρωστική τροφίμων διεισδύει στο παγάκι και τα κανάλια γίνονται ορατά με χρώμα 

↑ Πίνακας 2: Περίληψη των αποτελεσμάτων

## Συζήτηση

Οι μαθητές πρέπει να παρατηρήσουν ότι ο πάγος του θαλασσινού νερού είναι θολός, ενώ ο πάγος του γλυκού νερού είναι συνήθως διαυγής. Μετά την προσθήκη χρωστικής τροφίμων οι μαθητές μπορούν να αναγνωρίσουν τα κανάλια (άλμη/αλατόνευρο) που σχηματίζονται στον πάγο θαλασσινού νερού.

Ο πάγος του γλυκού και του αλμυρού νερού έχουν πολύ διαφορετικές δομές. Όταν το γλυκό νερό παγώνει, τα μόρια του νερού διατάσσονται σε μια εξαγωνική κρυσταλλική δομή. Εάν, ωστόσο, υπάρχει αλάτι στο νερό, τα ιόντα αλατιού δεν χωρούν στην κρυσταλλική δομή του πάγου του νερού και για το λόγο αυτό το αλάτι αποβάλλεται και συγκεντρώνεται σε μικρούς θύλακες ή κανάλια.

Οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι ο θαλάσσιος πάγος παίζει καταλυτικό ρόλο στο πολικό οικοσύστημα καθώς χρησιμεύει ως βιότοπος για πολλούς οργανισμούς, από μικροοργανισμούς έως μεγάλα ζώα. Ανάλογα με το επίπεδο γνώσεων των μαθητών, θα μπορούσαν επίσης να διερευνήσουν πώς ο σχηματισμός θαλάσσιου πάγου μπορεί να αλλάξει την αλατότητα του τριγύρω νερού, κάτι που μπορεί να επηρεάσει τα ωκεάνια ρεύματα.

## → Δραστηριότητα 2 – Ο θαλάσσιος πάγος σήμερα

Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές θα μάθουν την παγκόσμια κατανομή του θαλάσσιου πάγου. Θα αναλύσουν επίσης ενημερωμένα δορυφορικά δεδομένα σχετικά με τη συγκέντρωση θαλάσσιου πάγου στην Αρκτική.

### Εξοπλισμός

- Υπολογιστής και σύνδεση στο διαδίκτυο
- Φύλλο εργασίας για κάθε ομάδα μαθητών

### Άσκηση

Πριν αναλύσουν τα δεδομένα, οι μαθητές συζητούν τις προσδοκίες τους σχετικά με το πού αναμένουν να βρουν θαλάσσιο πάγο στο βόρειο ημισφαίριο. Για αυτό οι μαθητές αναλύουν έναν χάρτη από το βόρειο ημισφαίριο και υποδεικνύουν τις περιοχές όπου αναμένουν να βρουν θαλάσσιο πάγο (Εικόνα A2 από το φύλλο εργασίας μαθητών). Οι τοποθεσίες είναι οι 1, 3, 4, και 8. Οι άλλες περιοχές επηρεάζονται από το Ρεύμα του Κόλπου, το οποίο είναι ένα ρεύμα του Ατλαντικού ωκεανού που μεταφέρει ζεστό νερό προς τα βόρεια, και εμποδίζει το νερό να παγώσει. Ανάλογα με το επίπεδο γνώσεων των μαθητών, η πηγή «Δρόμοι των Ωκεανών» (βλ. ενότητα συνδέσμων) μπορεί να αποτελέσει μια καλή βάση για αυτήν την έρευνα. Στο Νότιο Ημισφαίριο, μπορεί να βρεθεί γύρω από την Ανταρκτική.

Στην ιστοσελίδα του Πανεπιστημίου της Βρέμης (Γερμανία) [ιστοσελίδα](https://seaice.uni-bremen.de/sea-ice-concentration) (<https://seaice.uni-bremen.de/sea-ice-concentration>), οι μαθητές μπορούν να βρουν ενημερωμένα δεδομένα για τη συγκέντρωση του θαλάσσιου πάγου στην Αρκτική. Τα δεδομένα προέρχονται από την JAXA's (Japan Aerospace Exploration Agency – Ιαπωνική Αεροδιαστημική Υπηρεσία Εξερεύνησης) από το όργανο Advanced Microwave Scanning Radiometer στο δορυφόρο GCOM-W.

Κατά την περιγραφή της συγκέντρωσης του θαλάσσιου πάγου, οι μαθητές θα πρέπει να κατανοήσουν ότι μια συγκέντρωση 0% υποδηλώνει μη παγωμένο νερό (ανοιχτός ωκεανός). Υπάρχει μια περιοχή γύρω από τον Βόρειο Πόλο που δεν απεικονίζεται από τον δορυφόρο, και δεν υπάρχει τρόπος να γνωρίζουμε ποια είναι η πραγματική συγκέντρωση σε αυτήν την περιοχή, επομένως η περιοχή αυτή αναπαρίσταται από έναν σκούρο γκρι κύκλο. Θα πρέπει να επισημάνουν πού στον χάρτη μπορεί να βρεθεί ο θαλάσσιος πάγος και να διαβάσουν από το υπόμνημα πώς κατανέμεται και διαφέρει η συγκέντρωση του θαλάσσιου πάγου.

Στην ενότητα των συνδέσμων μπορείτε να βρείτε περισσότερους συνδέσμους με πλατφόρμες που παρέχουν πρόσβαση σε δεδομένα θαλάσσιου πάγου, συμπεριλαμβανομένων ορισμένων από τους δορυφόρους του ESA. Μια νέα υποψήφια αποστολή Copernicus Imaging Microwave Radiometer (CIMR) αναπτύσσεται επί του παρόντος για να παρέχει μελλοντική συνέχεια στις μετρήσεις της συγκέντρωσης θαλάσσιου πάγου στον Αρκτικό Ωκεανό και στον Νότιο Ωκεανό γύρω από την Ανταρκτική.

Οι μαθητές θα πρέπει να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι οι δορυφόροι είναι εξαιρετικά χρήσιμοι για την παρακολούθηση απομακρυσμένων τοποθεσιών όπου συνήθως βρίσκουμε θαλάσσιο πάγο. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να συζητήσουν μερικές από τις ιδιότητες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και τους διαφορετικούς αισθητήρες και τεχνικές που χρησιμοποιούν οι δορυφόροι με μεγαλύτερους μαθητές. Για παράδειγμα, η τεχνολογία των ραντάρ επιτρέπει στους δορυφόρους να «βλέπουν» κατά τη διάρκεια της νύχτας καθώς και μέσα από σύννεφα. Αυτή η ικανότητα είναι πολύ σημαντική για την παρακολούθηση του θαλάσσιου πάγου, λαμβάνοντας υπόψη το πολικό σκοτάδι (μακροί χειμώνες) και τις συννεφιασμένες συνθήκες στις πολικές περιοχές.

## → Δραστηριότητα 3 – Θαλάσσιος πάγος μέσα από τις εποχές

Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές θα συζητήσουν για τις προσδοκίες τους σχετικά με τις εναλλαγές των εποχών στον θαλάσσιο πάγο και θα αναλύσουν μακροπρόθεσμα δεδομένα σχετικά με την έκταση του θαλάσσιου πάγου.

### Εξοπλισμός

- Φύλλο εργασίας για κάθε ομάδα μαθητών

### Άσκηση

Πριν αναλύσουν τα πραγματικά δεδομένα, οι μαθητές συζητούν τις προσδοκίες τους. Θα πρέπει να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι αναμένουν εποχιακές αλλαγές στην έκταση του θαλάσσιου πάγου και ότι ενδέχεται να υπάρξει μείωση της έκτασης του θαλάσσιου πάγου για αρκετά χρόνια λόγω της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας.

Αφού αναλύσουν ενημερωμένα δεδομένα που δείχνουν τις τιμές του θαλάσσιου πάγου (δραστηριότητα 2), οι μαθητές θα διερευνήσουν πρώτα πώς αλλάζει η έκταση του θαλάσσιου πάγου κατά τη διάρκεια ενός έτους και στη συνέχεια πώς αλλάζει σε αρκετά χρόνια. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να βρουν μηνιαίους χάρτες του θαλάσσιου πάγου στην ιστοσελίδα <https://climate.copernicus.eu/sea-ice> και να κατεβάσουν την αρχική εικόνα.

Η υπηρεσία παρακολούθησης Θαλάσσιου περιβάλλοντος Copernicus (<http://marine.copernicus.eu/science-learning/ocean-monitoring-indicators/catalogue/>) της Ε.Ε. παρέχει επίσης γραφικά και δεδομένα σχετικά με την έκταση του θαλάσσιου πάγου στο Βόρειο Ημισφαίριο για διάφορες χρονιές. Συνιστάται οι εκπαιδευτικοί να κατεβάζουν τα πιο ενημερωμένα διαθέσιμα δεδομένα.

Τα γραφικά στο παράρτημα, από τις πληροφορίες της υπηρεσίας παρακολούθησης Θαλάσσιου περιβάλλοντος Copernicus της Ε.Ε., δείχνουν τη μέση έκταση και την τάση του θαλάσσιου πάγου στο βόρειο ημισφαίριο μεταξύ 1993 και 2017 και τη μέση τιμή του θαλάσσιου πάγου του βόρειου ημισφαιρίου για το 2012, 2014 και για την περίοδο 1993-2014.

Αναλύοντας τα γραφικά στο παράρτημα, οι μαθητές θα πρέπει να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι η έκταση του πάγου της Αρκτικής φθάνει στο ελάχιστο τον Σεπτέμβριο και στο μέγιστο τον Μάρτιο. Οι μαθητές μπορούν επίσης να συμπεράνουν ότι η μακροπρόθεσμη τάση (ετήσιος μέσος όρος) κατά την περίοδο 1993-2017 δείχνει ότι η έκταση του θαλάσσιου πάγου της Αρκτικής έχει μειωθεί με ρυθμό περίπου 6% ανά δεκαετία.

Είναι επίσης πολύ σημαντικό να κατανοήσουμε τη σχέση μεταξύ της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της τήξης των θαλάσσιων πάγων και των πάγων της ξηράς καθώς και τις συνέπειες. Αυτός είναι ένας από τους στόχους του συνόλου δραστηριοτήτων «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και οι συνέπειές του», που διερευνά λεπτομερώς την υπερθέρμανση του πλανήτη και τις επιπτώσεις της τήξης των πάγων της θάλασσας και της ξηράς στο επίπεδο της θάλασσας και στη λευκαύγεια (βλ. ενότητα συνδέσμων).

## Επέκταση – Συζήτηση στην τάξη: Συνέπειες μιας Αρκτικής χωρίς πάγο

Ως επέκταση αυτής της δραστηριότητας, οι μαθητές μπορούν να συζητήσουν τις συνέπειες ενός Αρκτικού ωκεανού χωρίς πάγο και ποιες είναι οι επιπτώσεις για το κλίμα της Γης και τις ανθρώπινες δραστηριότητες (για παράδειγμα, παγκόσμιες ναυτιλιακές διαδρομές). Θα συζητήσουν διαφορετικές στάσεις οικονομικής και περιβαλλοντικής άποψης.

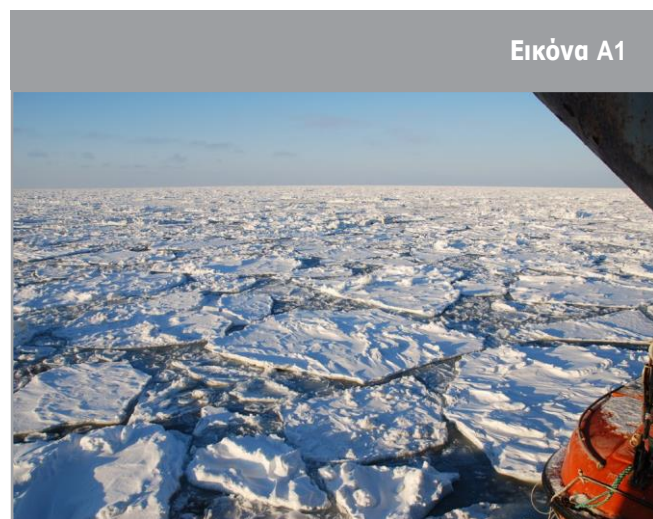
Μια πιθανή ναυτιλιακή διαδρομή μέσω της Αρκτικής οδηγεί σε ταχύτερη μεταφορά εμπορευμάτων μεταξύ Ευρώπης και Νοτιοανατολικής Ασίας. Υπάρχουν πολλές επιπτώσεις: μια συντομότερη διαδρομή μπορεί να θεωρηθεί πιο βιώσιμη, καθώς χρειάζεται λιγότερα καύσιμα. Ωστόσο, η αυξημένη ναυτιλιακή κίνηση σημαίνει περισσότερο θόρυβο από τα πλοία ή πιθανές πετρελαιοκηλίδες, που μπορεί να επηρεάσουν το αρκτικό περιβάλλον. Και ενώ τα δρομολόγια πλοίων είναι συχνά δυνατά το καλοκαίρι, δεν μπορούν να προγραμματιστούν αξιόπιστα λόγω των ετήσιων αλλαγών στην Αρκτική.

Αυτά είναι μόνο μερικά σημεία που μπορούν να συζητηθούν με τους μαθητές. Γενικά, είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη ότι ο θαλάσσιος πάγος παίζει βασικό ρόλο στο κλίμα της Γης.

# → 0 ΘΑΛΑΣΣΙΟΣ ΠΑΓΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ

## Διερεύνηση του θαλάσσιου πάγου της Αρκτικής και της σύνδεσής του με το κλίμα

Η Αρκτική είναι η βορειότερη περιοχή του πλανήτη. Στον Αρκτικό Ωκεανό, οι περιοχές καλύπτονται εξ ολοκλήρου ή εν μέρει από θαλάσσιο πάγο το μεγαλύτερο μέρος του έτους, γεγονός που καθιστά πρόκληση για τους εξερευνητές και τους επιστήμονες να έχουν πρόσβαση στην περιοχή για έρευνα. Από το 1979 οι δορυφόροι παρακολουθούν τον θαλάσσιο πάγο. Για την επίτευξη αυτού του στόχου έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορα είδη τεχνολογιών. Κοιτώντας την Αρκτική από το διάστημα μας επιτρέπεται να λαμβάνουμε μετρήσεις και να παρακολουθούμε τις αλλαγές σε περιοχές που προηγουμένως ήταν αδύνατο.



Εικόνα A1

↑ Λεπτός θαλάσσιος πάγος στην Αρκτική.

Σε αυτό το σύνολο δραστηριοτήτων, θα χρησιμοποιήσετε δορυφορικές εικόνες για να αναλύσετε τη συγκέντρωση και την έκταση του θαλάσσιου πάγου και πώς αυτές οι παράμετροι έχουν αλλάξει δραματικά τις τελευταίες δεκαετίες. Με αυτόν τον τρόπο θα αναλύσετε έναν από τους πιο σημαντικούς δείκτες που έχουν οι επιστήμονες για να μελετούν την κλιματική αλλαγή και τις πιθανές συνέπειές της. Θα εργαστείτε σαν πραγματικοί επιστήμονες του κλίματος!

### Το ήξερες;

Περίπου 12% των ωκεανών του πλανήτη καλύπτεται από θαλάσσιο πάγο. Παρόλο που ο θαλάσσιος πάγος εμφανίζεται κυρίως στις πολικές περιοχές, επηρεάζει το παγκόσμιό μας κλίμα. Ο θαλάσσιος πάγος αλλάζει την ανακλαστικότητα του ωκεανού και λειτουργεί ως εμπόδιο στην ανταλλαγή θερμότητας και υγρασίας μεταξύ του ωκεανού και της ατμόσφαιρας. Ο θαλάσσιος πάγος έχει επίσης σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια κυκλοφορία των ωκεανών. Οι αλλαγές στον θαλάσσιο πάγο είναι μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για τους επιστήμονες που προσπαθούν να προβλέψουν το μεταβαλλόμενο κλίμα της Γης.



## → Δραστηριότητα 1 – όταν ο ωκεανός παγώνει

Σε αυτή τη δραστηριότητα, θα διερευνήσετε ορισμένες ιδιότητες του θαλάσσιου πάγου συγκρίνοντας τεμάχια πάγου από γλυκό και αλμυρό νερό. Θα συζητήσετε επίσης τη σημασία του θαλάσσιου πάγου.

### Εξοπλισμός

- 2 δοχεία ή κούπες 250ml
- Επιτραπέζιο αλάτι
- Κουταλάκι του γλυκού
- Χρωστικές τροφίμων
- Μεζούρα
- Δίσκος

### Άσκηση

**Σημείωση:** Τα βήματα 1 έως 4 πρέπει να γίνουν την προηγούμενη μέρα.

1. Γεμίστε κάθε βάζο με περίπου 200 ml νερό βρύσης.
2. Σε ένα από τα βάζα, προσθέστε 1,5 κουταλάκι του γλυκού αλάτι και ανακατέψτε μέχρι να διαλυθεί όλο το αλάτι.
3. Ονομάστε τα δοχεία.
4. Βάλτε τα στην κατάψυξη όλο το βράδυ.
5. Βγάλτε τα δύο κομμάτια πάγου από τα βάζα και τοποθετήστε τα στο δίσκο με την επάνω πλευρά προς τα πάνω. Περιγράψτε την εμφάνισή τους στον πίνακα 1.
6. Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί αν προσθέσετε χρωστικές τροφίμων στα κομμάτια πάγου; Η χρωστική τροφίμων θα συμπεριφέρεται με τον ίδιο τρόπο και στα δύο κομμάτια; Γράψτε την πρόβλεψή σας παρακάτω.

- 
7. Προσθέστε μερικές σταγόνες χρωστικής τροφίμων στο κομμάτι του πάγου γλυκού νερού και παρατηρήστε τι συμβαίνει. Γράψτε τις παρατηρήσεις σας στον πίνακα 1.
  8. Προσθέστε μερικές σταγόνες χρωστικής τροφίμων στο κομμάτι του πάγου με θαλασσινό νερό και παρατηρήστε τι συμβαίνει. Γράψτε τις παρατηρήσεις σας στον πίνακα 1.

## Αποτελέσματα

	Πάγος με γλυκό νερό	Πάγος με θαλασσινό νερό
Πριν την προσθήκη χρωστικής τροφίμων		
Μετά την προσθήκη χρωστικής τροφίμων		

↑ Πίνακας 1: Περίληψη των αποτελεσμάτων



## Συζήτηση

1. Περιγράψτε και εξηγήστε τυχόν διαφορές μεταξύ των δύο κομματιών πάγου πριν προσθέσετε χρωστικές τροφίμων.

---



---

2. Περιγράψτε τις διαφορές μεταξύ των δύο κομματιών πάγου μετά την προσθήκη της χρωστικής τροφίμων. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με την πρόβλεψή σας;

---



---

3. Σε συζήτηση με την ομάδα σας, προσπαθήστε να εξηγήσετε τις διαφορές που παρατηρήσατε αφού προσθέσατε χρωστική τροφίμων.

---



---

4. Γιατί πιστεύετε ότι είναι σημαντικό να μελετήσετε τον θαλάσσιο πάγο;

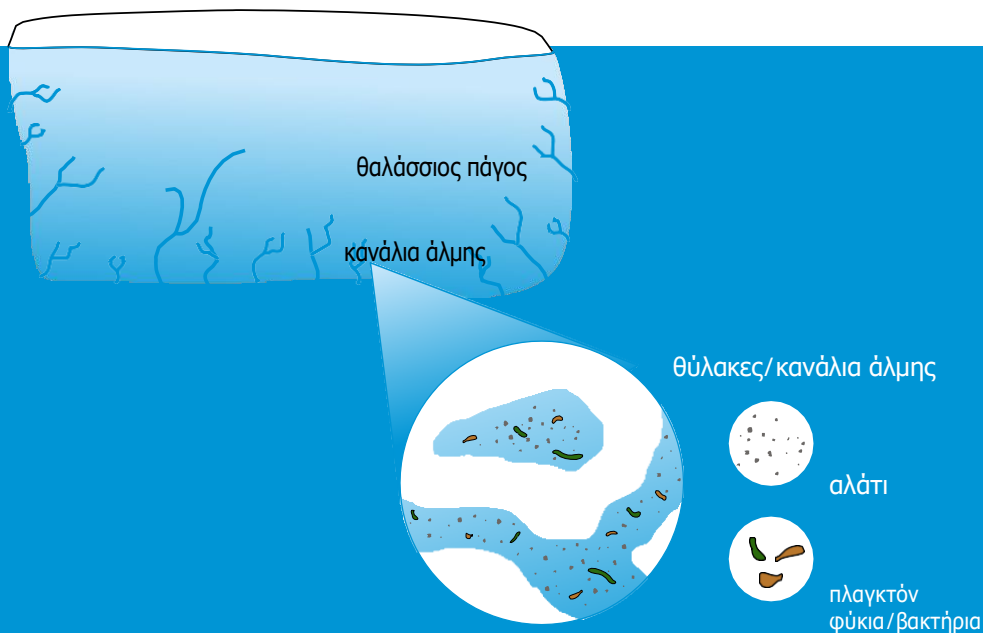
---



---

## Το ήξερες;

Το αλάτι που διαλύεται στους ωκεανούς συσσωρεύεται σε θύλακες ή κανάλια όταν το νερό παγώνει. Αυτά ονομάζονται αλατόνερα και αποτελούνται από νερό με τόσο υψηλή αλατότητα που δεν παγώνει καθόλου. Τα αλατόνερα δεν περιέχουν μόνο αλάτι, αλλά και ζωή! Μικροοργανισμοί όπως τα φύκια ή τα σκουλήκια ζουν στον θαλάσσιο πάγο και αποτελούν πολύ σημαντικό μέρος της θαλάσσιας τροφικής αλυσίδας. Οι επιστήμονες ερευνούν πώς η ζωή μπορεί να επιβιώσει σε αυτές τις ακραίες συνθήκες για να αναζητήσουν εξωγήινους οικοτόπους που μπορεί να έχουν τη δυνατότητα να φιλοξενήσουν ζωή.



## → Δραστηριότητα 2 – Ο θαλάσσιος πάγος σήμερα

Σε αυτή τη δραστηριότητα, θα μάθετε πού στον κόσμο μπορείτε να βρείτε θαλάσσιο πάγο. Θα αναλύσετε επίσης ενημερωμένα δορυφορικά δεδομένα σχετικά με τη συγκέντρωση θαλάσσιου πάγου στην Αρκτική.

### Άσκηση

1. Η Εικόνα A2 δείχνει ένα μέρος του Βόρειου Ημισφαιρίου. Υποδείξτε τις περιοχές (αριθμοί 1 έως 8) όπου θα περιμένατε να βρείτε θαλάσσιο πάγο. Εξηγήστε γιατί.

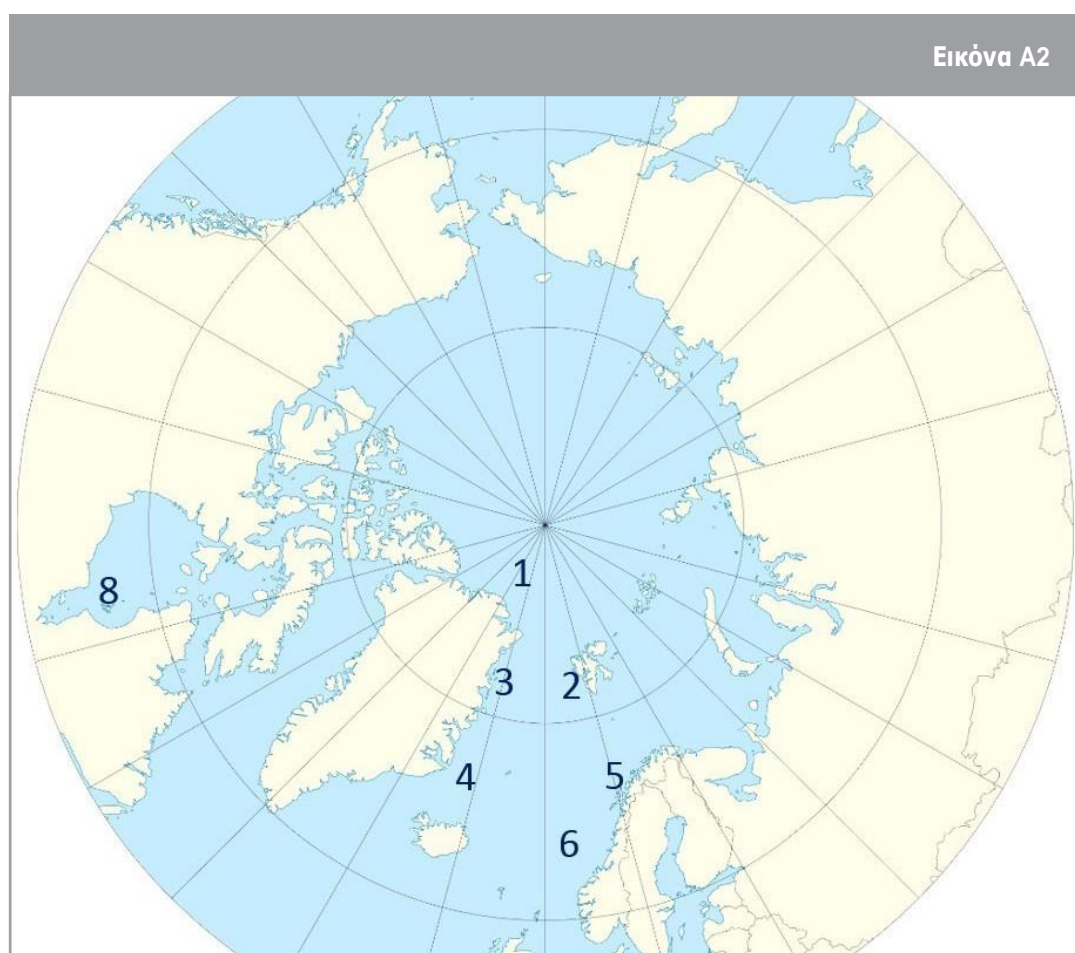
---



---



---



↑ Διαλέξτε τις περιοχές όπου περιμένετε να βρείτε θαλάσσιο πάγο.

2. Ο θαλάσσιος πάγος είναι παγωμένο νερό ωκεανού. Θα περιμένεις να βρεις θαλάσσιο πάγο στο Βόρειο Ημισφαίριο; Αν ναι, πού;

---



---



---

3. Τώρα θα αναλύσετε την ενημερωμένη συγκέντρωση πάγου της Αρκτικής θάλασσας με πραγματικά δορυφορικά δεδομένα. Μεταβείτε στον ακόλουθο σύνδεσμο του Πανεπιστημίου της Βρέμης, Γερμανία:  
<https://seaice.uni-bremen.de/sea-ice-concentration>

Κάντε κλικ για να μεγεθύνετε την εικόνα στα αριστερά. Τα διαφορετικά χρώματα υποδεικνύουν διαφορετικές συγκεντρώσεις.

**Σημείωση:** Μια συγκέντρωση 100% (λευκές περιοχές) σημαίνει ότι αυτή η περιοχή είναι πλήρως καλυμμένη με θαλάσσιο πάγο. Το μη παγωμένο τμήμα του ωκεανού έχει συγκέντρωση 0% (μωβ περιοχές).

- a. Εντοπίστε τις περιοχές όπου μπορείτε να βρείτε θαλάσσιο πάγο και περιγράψτε τη συγκέντρωση του θαλάσσιου πάγου.
- 
- 

b. Εντοπίστε τις περιοχές 2 και 3 από την Εικόνα A2 στην παραπάνω εικόνα. Αυτές οι περιοχές έχουν περίπου την ίδια απόσταση από τον Βόρειο Πόλο. Είναι η συγκέντρωση του θαλάσσιου πάγου παρόμοια; Αν όχι, εξηγήστε γιατί.

---



---

c. Συγκρίνετε τις προσδοκίες σας από την ερώτηση 1 με την ανάλυση της συγκέντρωσης του πάγου σήμερα που είχατε συμπληρώσει στην ερώτηση 3. Βρήκατε πάγο στις περιοχές που περιμένατε;

---



---

4. Γιατί πιστεύετε ότι είναι σημαντικό να χρησιμοποιήσετε δορυφόρους για να διερευνήσετε τον θαλάσσιο πάγο;
- 
-

## Το ήξερες;

Για να βεβαιωθούν ότι τα δεδομένα από δορυφόρους είναι ακριβή, πραγματοποιούνται μετρήσεις από επιστήμονες στο πεδίο είτε στην ξηρά είτε στη θάλασσα είτε από τον αέρα. Αυτές οι εκστρατείες επικυρώνουν τα δορυφορικά δεδομένα και πραγματοποιούνται σε όλο τον κόσμο, από τα τροπικά δάση μέχρι τις παγωμένες περιοχές της Αρκτικής και της Ανταρκτικής. Επίσης, όταν αναπτυχθούν όργανα που θα μεταφέρονται από δορυφόρους, οι νέες τεχνικές θα πρέπει να δοκιμάζονται. Μπορείτε να παρακολουθήσετε μερικές από τις ομάδες εκστρατείας του ESA καθώς πραγματοποιούν μια σειρά από πειράματα πεδίου για να υποστηρίξουν τις αποστολές παρατήρησης της Γης και την ανάπτυξη νέων οργάνων στο <http://blogs.esa.int/campaignearth>



## → Δραστηριότητα 3 – Ο θαλάσσιος πάγος μέσα από τις εποχές

Οι δορυφόροι παρατηρούν τον θαλάσσιο πάγο για περισσότερες από τρεις δεκαετίες. Οι επιστήμονες αναλύουν αυτά τα δεδομένα προκειμένου να εντοπίσουν βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες τάσεις που βοηθούν στον χαρακτηρισμό και την παρακολούθηση του θαλάσσιου πάγου. Σε αυτή τη δραστηριότητα θα αναλύσετε μακροπρόθεσμα δεδομένα σχετικά με την έκταση του θαλάσσιου πάγου και θα συζητήσετε τις εποχιακές αλλαγές του θαλάσσιου πάγου.

### Άσκηση

1. Πριν ξεκινήσετε την ανάλυση των δεδομένων θαλάσσιου πάγου, συζητήστε σε μικρές ομάδες τις προσδοκίες σας:

a. Περιμένετε ότι η έκταση του θαλάσσιου πάγου θα αλλάξει μέσα στο χρόνο; Γιατί;

---



---



---

b. Σε ποιους μήνες περιμένετε ότι θα βρείτε τον λιγότερο και τον περισσότερο θαλάσσιο πάγο;

---



---



---

c. Περιμένετε ότι η έκταση του θαλάσσιου πάγου θα αλλάξει μέσα στα χρόνια; Γιατί;

---



---



---

2. Τώρα θα αναλύσετε και θα συγκρίνετε τις παραλλαγές του θαλάσσιου πάγου σε διαφορετικούς μήνες κατά τη διάρκεια του ίδιου έτους. Περιγράψτε την αλλαγή της έκτασης του θαλάσσιου πάγου κατά τη διάρκεια ενός έτους. Σε ποιους μήνες βρίσκετε τον λιγότερο και τον περισσότερο θαλάσσιο πάγο;

---



---



---

3. Τώρα θα αναλύσετε και θα συγκρίνετε τη μέση ετήσια έκταση του θαλάσσιου πάγου σε διαφορετικά έτη. Περιγράψτε την ετήσια μέση έκταση του θαλάσσιου πάγου για διαφορετικά έτη και συγκρίνετέ τη με τη συνολική τάση.

---



---



---

4. Είναι η ανάλυσή σας για τις εποχιακές αλλαγές και τις αλλαγές των διαφορετικών ετών παρόμοια με τις προσδοκίες σας στην ερώτηση 1; Προσπαθήστε να εξηγήσετε τυχόν διαφορές.

---



---



---

## Το ήξερες;

Η στάθμη της θάλασσας είναι ένας πολύ ευαίσθητος δείκτης της κλιματικής αλλαγής. Σε μορφή πάγου, ο θαλάσσιος πάγος συμβάλλει ήδη με τον όγκο του στους ωκεανούς. Έτσι, όταν λιώνει, δεν αυξάνει τον όγκο των ωκεανών. Ωστόσο, το λιώσιμο των θαλάσσιων πάγων αλλάζει την αλατότητα των ωκεανών, επηρεάζοντας τα ωκεάνια ρεύματα και συνεπώς το παγκόσμιο κλιματικό σύστημα. Το λιώσιμο των πάγων της ξηράς, όπως οι παγετώνες και τα καλύμματα πάγου, από την άλλη πλευρά, συμβάλλουν στον όγκο του ωκεανού και στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Με επίκεντρο τους ωκεανούς, ο δορυφόρος



Copernicus Sentinel-3 μπορεί να μετρήσει και να παρακολουθήσει τις αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας. Αυτές οι πληροφορίες είναι απαραίτητες για την κατανόηση του κλίματός μας καθώς και για τους κινδύνους για τις παράκτιες περιοχές που είναι ευάλωτες στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

## → Σύνδεσμοι

### Πηγές του ESA

ESA πηγή για την τάξη – Δρόμοι των Ωκεανών

[esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Highways\\_of\\_the\\_Oceans\\_-\\_Sea\\_currents\\_and\\_the\\_connection\\_to\\_climate\\_TEACH\\_WITH\\_SPACE\\_G02](https://esa.int/Education/Teachers_Corner/Highways_of_the_Oceans_-_Sea_currents_and_the_connection_to_climate_TEACH_WITH_SPACE_G02)

ESA πηγή για την τάξη – Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και οι συνέπειες

[esa.int/Education/Teachers\\_Corner/The\\_greenhouse\\_effect\\_and\\_its\\_consequences\\_-\\_Investigating\\_global\\_warming\\_Teach\\_with\\_space\\_G03](https://esa.int/Education/Teachers_Corner/The_greenhouse_effect_and_its_consequences_-_Investigating_global_warming_Teach_with_space_G03)

### ESA προγράμματα για το διάστημα

Αποστολή Cryosat

[esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/CryoSat](https://esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/CryoSat)

Copernicus Sentinel-1

[esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-1](https://esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1)

Copernicus Sentinel-3

[esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-3](https://esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3)

### Επιπλέον πληροφορίες

ESA εφαρμογή “Το κλίμα από το διάστημα”

[esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Space\\_for\\_our\\_climate/Climate\\_at\\_your\\_fingertips](https://esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate/Climate_at_your_fingertips)

Δεδομένα θαλάσσιου πάγου από τον δορυφόρο SMOS του ESA και άλλους

[data.seaiceportal.de](https://data.seaiceportal.de)

Υπηρεσία παρακολούθησης θαλάσσιου περιβάλλοντος Copernicus

[marine.copernicus.eu](https://marine.copernicus.eu)

Μηνιαίοι χάρτες θαλάσσιων πάγων από την Υπηρεσία

Κλιματικής Αλλαγής Copernicus

[climate.copernicus.eu/sea-ice](https://climate.copernicus.eu/sea-ice)

Θαλάσσιος πάγος: μια επισκόπηση

[metoffice.gov.uk/research/climate/cryosphere-oceans/sea-ice/overview](https://metoffice.gov.uk/research/climate/cryosphere-oceans/sea-ice/overview)

## → Παράρτημα

Έκταση θαλάσσιου πάγου στο Βόρειο Ημισφαίριο

[marine.copernicus.eu/science-learning/ocean-monitoring-indicators/catalogue](http://marine.copernicus.eu/science-learning/ocean-monitoring-indicators/catalogue)

### Έκταση θαλάσσιου πάγου στο Βόρειο Ημισφαίριο

