

# Životinje Arktika i Antarktike

---

**Gotovac, Andrej**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split, Faculty of Science / Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:166:958826>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-18**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Science](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



Sveučilište u Splitu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Odjel za Biologiju

Andrej Gotovac

## **Životinje Arktika i Antarktike**

Završni rad

Split, 2024.

Ovaj rad, izrađen pod studijskim programom Biologija, pod vodstvom mentora prof. dr. sc. Mate Šantića predan je na ocjenu Odjelu za biologiju Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Splitu radi stjecanja zvanja prvostupnika biologije (*univ. bacc. Biol.*)

# Temeljna dokumentacijska kartica

Završni rad

Sveučilište u Splitu  
Prirodoslovno - matematički fakultet  
Odjel za biologiju,  
Ruđera Boškovića 33, 21000 Split, Hrvatska

## ŽIVOTINJE ARKTIKA I ANTARKTIKE

ANDREJ GOTOVAC

### SAŽETAK

Arktik i Antarktika područja su na Zemlji sa izrazito niskim temperaturama pa su životinje razvile posebne strategije i prilagodbe za preživljavanje s ciljem sprječavanja gubitka topline. Prilagodbe obuhvaćaju morfološke i fiziološke adaptacije. Morfološke prilagodbe su specifično perje kod ptica, dlaka, krzno i debeli sloj masti kod sisavaca. Fiziološka prilagodbe su antifrizni proteini koji sprječavaju smrzavanje tjelesnih tekućina. Na Arktiku obitavaju kopneni sisavci; polarni medvjed, arktička lisica, arktički vuk, sob (irvas), mošusno govedo te arktički zec i leming. Hranidbeni lanci su vrlo kratki i sastoje se samo od tri člana. U moru oko Arktika se nalaze vrste tuljana i kitova, a od riba zastupljene neke vrste bakalara. Za razliku Arktika, na Antarktici nema kopnenih sisavaca. Antarktičko kopno naseljavaju carski pingvini, a more nastanjuju različite vrste morskih sisavaca kao što su antarktički plavi kit, kit orca iz porodice dupina i tuljani (morski leopard, tuljan rakojed, weddellski tuljan). Od riba česte su vrste iz porodice hladnih bakalara. Otapanje ledenog pokrivača zbog globalnog zagrijavanja značajno utječe na opstanak životinja koje su prilagođene životu na ledu. Posljedice mogu biti izumiranje pojedinih vrsta i smanjenje bioraznolikosti.

**Ključne riječi:** Arktik, Antarktika, fauna, životinje, adaptacija

**Rad sadrži:** 31 stranica, 27 slika, 90 literaturnih navoda. Izvornik je na hrvatskom jeziku

**Mentor:** prof. dr. sc. Mate Šantić

**Ocjenjivači:** prof. dr. sc. Mate Šantić, prof. dr. sc. Biljana Apostolska, doc. dr. sc. Antonela Sovulj

**Rad prihvaćen:** Rujan, 2024.

## Basic documentation card

Thesis

University of Split

Faculty of Science

Department of Biology

Ruđera Boškovića 33, 21000 Split, Croatia

### ANIMALS OF THE ARCTIC AND ANTARCTIC

ANDREJ GOTOVAC

#### ABSTRACT

The Arctic and Antarctic are areas on Earth with extremely low temperatures, so animals have developed special survival strategies and adaptations to prevent heat loss. Adaptations include morphological and physiological adaptations. Morphological adaptations are specific feathers in birds, hair, fur and a thick layer of fat in mammals. Physiological adaptations are antifreeze proteins that prevent body fluids from freezing. Terrestrial mammals live in the Arctic; polar bear, arctic fox, arctic wolf, reindeer (reindeer), musk oxen and arctic hare and lemming. Food chains are very short and consist of only three members. In the sea around the Arctic, there are species of seals and whales, and some species of cod are represented as fish. Unlike the Arctic, there are no land mammals in Antarctica. The Antarctic land is inhabited by emperor penguins, and the sea is inhabited by various species of marine mammals such as the Antarctic blue whale, the orca whale from the dolphin family, and seals (sea leopard, crustacean seal, Weddell seal). Of the fish, species from the cold cod family are common. The melting of the ice sheet due to global warming significantly affects the survival of animals that are adapted to life on ice. The consequences can be the extinction of certain species and the reduction of biodiversity.

**Keywords:** Arctic, Antarctic, fauna, animals, adaptation

**Thesis consists of:** 31 pages, 27 pictures, 90 references. Original language: Croatian

**Supervisor:** prof. dr. sc. Mate Šantić

**Reviewers:** prof. dr. sc. Mate Šantić, prof. dr. sc. Biljana Apostolska, doc. dr. sc. Antonela Sovulj

**Thesis accepted:** September, 2024.

## SADRŽAJ

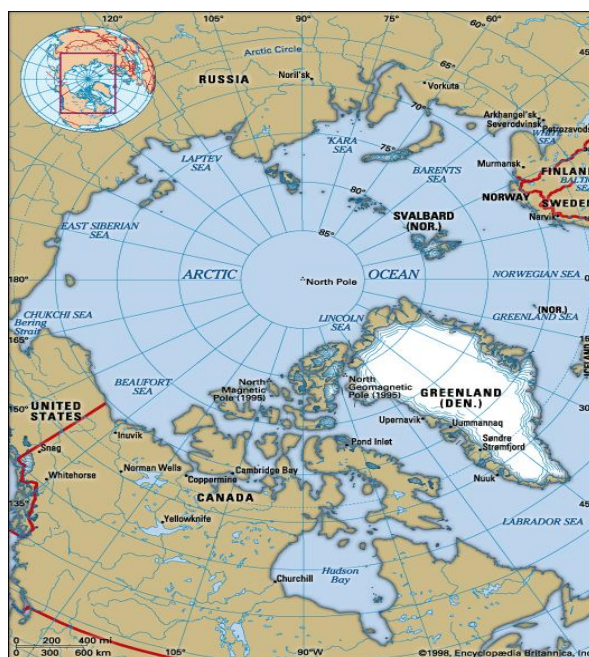
1. Uvod.....	1
1.1. Arktik.....	1
1.2. Antarktika.....	1
1.3. Cilj rada.....	2
2. RAZRADA TEME.....	2
2.1. Usporedba klimatskih uvjeta Arktika i Antarktike.....	2
2.2.1. Prilagodba disanja.....	4
2.2.2. Sprječavanje pregrijavanja.....	5
3. FAUNA ARKTIKA.....	6
3.1. Ribe područja Arktika.....	6
3.2. Ptice Arktika.....	7
3.3. Arktički sisavci.....	8
3.3.1. Kopneni sisavci.....	8
3.3.2. Morski sisavci.....	13
4. FAUNA ANTARKTIKE.....	15
4.1. Ribe Antarktike.....	15
4.2. Ptice Antarktike.....	16
4.3. Sisavci Antarktike.....	17
5. UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA ŽIVOT ARKTIKA I ANTARKTIKE.....	21
6. ZAKLJUČAK.....	22
7. LITERATURA.....	23

# 1. Uvod

## 1.1. Arktik

Arktik je područje Sjevernog pola Zemlje koje obuhvaća sjeverne dijelove Švedske, Finske, Norveške, Islanda te većih dijelova Rusije, SAD-a, i Kanade te graniči s Grenlandom koji je autonomni teritorij Danske. Zbog snažnog utjecaja morskih struja i hladnih zračnih masa, položaj polarnice često ne odgovara položaju ledenog pokrivača. Južnu granicu ovog područja predstavlja flora ili ljetna izoterma koja iznosi  $10^{\circ}$  C (Addison i Smithson, 2002) (Slika 1). Etimologija riječi Arktik potječe iz grčkog jezika, (*arktos*) što u prijevodu znači medvjed (Liddell i Scott, 1940).

Polarni uvjeti koji prevladavaju na Arktiku imaju značajan utjecaj na floru i faunu, ali i na broj stanovnika. Na arktičkom području je nastanjeno svega 4 milijuna ljudi, što znači da na  $100\text{km}^2$  živi 6 stanovnika (Bogoyavlenskiy i Siggner, 2004).

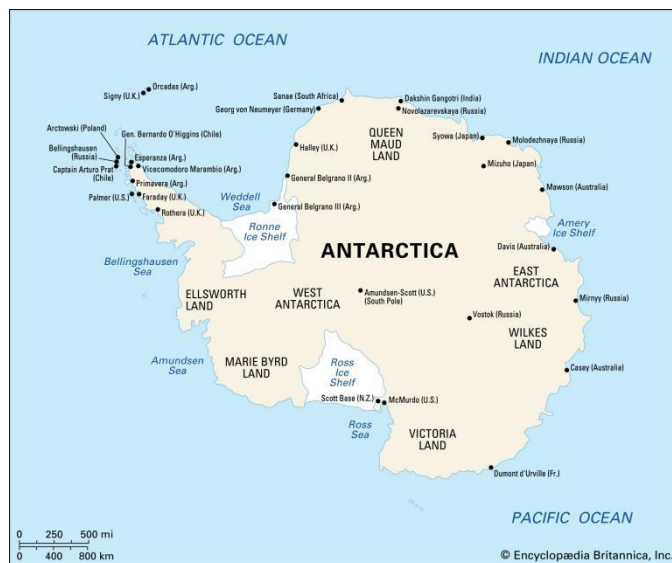


Slika 1. Geografsko područje Arktika (<https://www.britannica.com/place/Arctic>)

## 1.2. Antarktika

Antarktika je površinom peti kontinent Zemlje smješten na krajnjem jugu Zemljine južne hemisfere (Slika 2). Na njemu nema stalno naseljenih ljudi osim znanstveno-istraživačkih postaja s nekoliko stotina ili tisuća članova osoblja (Nath i Sindwani, 2023). Etimologija riječi Antarktika potječe od Grčke riječi (*Antarktikos*), što znači “suprotno od Arktika” (Bulkeley, 2016). Antarktika u svom ledenom pokrivaču sadrži oko 95% cjelokupne količine leda na

svijetu te više od polovine slatke vode koja postoji na Zemlji (Garbe i sur., 2020).



Slika 2. Geografski položaj Antarktike (<https://www.britannica.com/place/Antarctica>)

### 1.3. Cilj rada

Cilj ovog rada je opisati osobine faune Arktika i Antarktike te istaknuti njihove prilagodbe i adaptacije na uvjete niskih temperatura na ovim područjima.

## 2. RAZRADA TEME

### 2.1. Usporedba klimatskih uvjeta Arktika i Antarktike

Klima Arktika obilježena je niskim temperaturama tijekom cijele godine te ovisi o samom geografskom položaju. Prosječna siječanjska temperatura u južnim krajevima Arktika iznosi oko 3°C dok u središnjem dijelu iznosi -40°C. Prosječna srpanjska temperatura u južnijim krajevima Arktika iznosi 10°C dok se u središnjem dijelu led zadržava i tokom ljeta, a središnja temperatura iznosi 0°C (Serreze i Barry, 2005).

Na području Arktika ne raste drveće već je rasprostranjena tundra koja je sastavljena od niskih trava, grmova, lišajeva i mahovina (Deming, 2002). Na Arktiku je uglavnom najdominantnija padalina snijeg. Godišnje, na Arktiku prosječno padne manja količina padalina u usporedbi s



cijelom Zemljom. Točan obujam padalina teško je precizno izmjeriti zbog vjetrova koji ometaju mjerenje količina snijega, pa se rezultati moraju uzeti s rezervom (Serreze i Barry, 2005).

Klima Antarktike je znatno oštrija od Arktika, ističući se po jakim vjetrovima, niskim temperaturama i ekstremnoj suhoći koja ovaj kontinent čini najvećom pustinjom svijeta. Temperature u najhladnijim područjima dosežu i  $-70^{\circ}\text{C}$  (Otani i sur., 2020). Više je razloga temperaturne razlike između dvije krajnje točke na Zemlji. Jedan od njih je da je Antarktika u prosjeku kontinent s najvišom nadmorskom visinom (2500 metara), a temperatura opada s porastom nadmorske visine. Drugi razlog je taj što je područje Antarktike kopneno područje za razliku od Arktika koji je većinom oceanski. Tako je zagrijavanje vode puno sporije od zagrijavanja kopna te temperature Arktika ne dosežu vrijednosti temperatura koje vladaju na Antarktici (Rohli i Vega, 2018). Količine padalina na Antarktici su izrazito niske, svega 50 mm padalina godišnje bilježe unutarnji dijelovi kontinenta, dok obalni dijelovi u prosjeku primaju 200 mm padalina svake godine (Serreze i Hurst, 2000).

## **2.2. Prilagodbe životinja na polarne uvjete**

Zbog niskih temperatura u okolišu, broj vrsta koje naseljavaju ova područja je ograničen. Životinje su razvile dodatne adaptacije i strategije za preživljavanje i opstanak u ovim uvjetima. Glavni cilj je spriječiti gubitak topline (hipotermija). Regulacija tjelesne temperature (termoregulacija) kod homeotermnih (endotermnih) životinja je jako važna za preživljavanje, jer pri niskim temperaturama, životinja mora regulirati gubitak tjelesne topline. Toplina se gubi putem evaporacije, kondukcije i zračenja, stoga je važno učinkovito upravljati navedenim procesima (McCafferty i sur., 2017). Za održavanje topline i termoregulaciju životinje su razvile različite strategije. Jedan od načina termoregulacije je primjer polarnog medvjeda. U uvjetima niskih temperatura medvjed skupi tijelo u sferičan oblik. Na taj način se smanjuje gubitak topline koji se stvara metabolizmom u organizmu (Øritsland, 1970). Također, grupiranje jedinki u velike skupine smanjuje gubitak topline. Primjer su kolonije carskih pingvina na Antarktici koje grupiranjem i zbijanjem jata mogu u centru kolonije imati  $10^{\circ}\text{C}$  višu temperaturu u odnosu na vanjski dio kolonije (Ancel i sur., 1997). Manje životinje, poput leminga i voluharica, zimi se sklanjaju ispod snijega, gdje su temperature oko  $0^{\circ}\text{C}$ . Sve navedene strategije omogućuju čuvanje topline i preživljavanje u hladnijim uvjetima (Duchesne i sur., 2011).

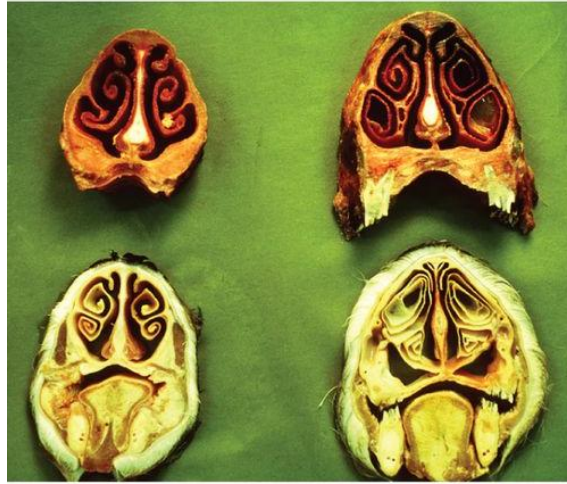
Za termoregulaciju su važne morfološke prilagodbe; ptice i sisavci imaju sloj perja ili dlake

kako bi se zaštitili od hladnoće. Isto tako, pojedini sisavci sadrže debeli sloj masti (sala) koji također služi sa očuvanje topline. Kod izolacije krznom važna je uloga zaštitnih dlaka koje imaju sobovi i mošusno govedo. To su duge dlake koje sadrže šupljine ispunjene zrakom, a međusobno su odvojene tankim septama (Blix i sur., 2015). Kod sobova, krzno se sezonski mijenja. U proljeće, starije krzno postupno opada, dok se u jesen ponovno obnavlja. Ovaj proces omogućuje sobovima prilagodbu na promjenu temperature i uvjete okoliša (Mesteig i sur., 2000). Izolacija krznom ovisi o nekim vanjskim čimbenicima koji mogu smanjiti učinkovitost. Primjer su dlake i krzno polarnog medvjeda. To je odlična izolacija pri suhim uvjetima, ali uranjanjem krzna u vodu, izgubi se njegova učinkovitost jer voda 20 puta brže provodi toplinu od zraka (Frisch i sur., 1974). Također i vjetar također može poremetiti izolaciju krznom kod sisavaca i perja kod ptica. Vjetar najviše utječe na životinje manjih dimenzija, dok na one velikih dimenzija, ni olujni vjetar nema gotovo nikakav utjecaj. Vjetar poremeti statički sloj zraka između dlaka ili perja, stvarajući turbulencije koje smanjuju učinkovitost izolacije (Cuyler i Øritsland, 2002).

Neke životinje nemaju krzno kao izolacijski mehanizam pa se oslanjaju na potkožni sloj masti. Ovaj sloj masti skladišti energiju i predstavlja izvor energije pri nestašici hrane. Primjer su grenlandski kitovi kojima sloj masti koji može dosegnuti debljinu do 30 centimetara. Salo je učinkovitije pri zadržavanju izolacije u vodi, dok krzno pruža bolju zaštitu u suhim uvjetima (Kvadsheim, 1996).

### **2.2.1. Prilagodba disanja**

Ptice i sisavci Arktika u hladnim uvjetima ograničavaju prekomjernu evaporaciju topline. Kod njih su se razvile prilagođene nosne šupljine koje omogućuju učinkovitu izmjenu topline, što omogućava očuvanje tjelesne temperature. Sobovi imaju nosne šupljine ispunjene sustavom spiralnih cijevi (*conchae*) obloženim krvnim kapilarama (Slika 3). Spiralne cijevi značajno povećanju površinu za izmjenu topline. Kada životinja udahne hladan zrak, on prolazi preko tople sluznice koja zrak zagrijava do temperature tijela i obogati vodenom parom. Takav zrak ulazi u pluća. Nakon toga sluznica se hladi, a topliji zrak ostaje u plućima. Pri izdisaju, topli zrak iz pluća se ohladi prolaskom kroz hladnu sluznicu, a vodena para se kondenzira. Na kraju procesa životinja izdiše hladan zrak uz uštedu vode i topline (Jackson i Schmidt-Nielsen, 1964).



Slika 3. Presjek nosa mošusnog goveda (gore) i soba (dolje) (Blix, i Johnsen,1983.)

### 2.2.2. Sprječavanje pregrijavanja

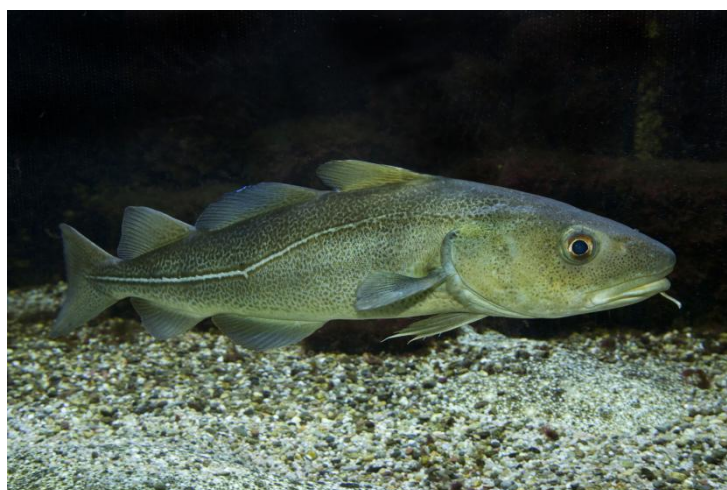
Kod životinja koje žive u hladnim uvjetima, svako pregrijavanje je opasno za opstanak jedinke. Kod sobova poznat je mehanizam načina hlađenja mozga u uvjetima jakog povišenja temperature tijela. U tom slučaju hladna krv koja se ohladila u sluznici nosa se preko angularne vene dovodi u mozak (Blix i sur., 2011). S druge strane polarni medvjed nema ovakav zaštitni mehanizam pa prilikom intenzivnog trčanja može doći do jakog pregrijavanja organizma. U tom slučaju polarni medvjedi, ali i pingvini i tuljani jako pregrijavanje sprječavaju ulaskom u hladnu vodu (Folkow i Blix, 1992).

### 3. FAUNA ARKTIKA

#### 3.1. Ribe područja Arktika

U Arktičkom oceanu se brojnošću ističu dvije vrste riba koštunjača, a to su arktički bakalar (*Boreogadus saida*) i grenlandski bakalar (*Gadus ogac*) (Christiansen i sur., 2012).

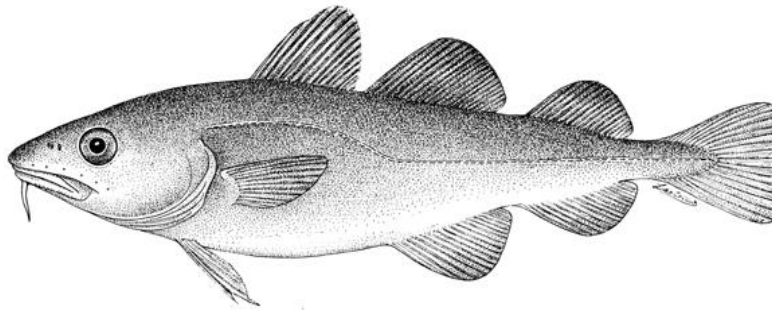
Arktički bakalar (*Boreogadus saida*) je brojnošću vrlo zastupljen u moru oko Arktika i uglavnom se nalazi u površinskom dijelu mora (Edwards, 1992). Ima vitko srebrnasto tijelo, izbočena usta i mali “brčić” kod usta (Slika 4). Žive je u rasponu od 0 °C do 4 °C, a preživljavaju i na nižim temperaturama zbog toga što imaju zaštitne proteine u krvi koji sprječavaju smrzavanje.



Slika 4. Arktički bakalar (*Boreogadus saida*) (<https://www.earth.com/image/arctic-cod-boreogadus-saida>)

Hrane se planktonskim rakovima (kril) i manjim ribama. Vrlo je česti plijen beluga, narvala, tuljana i arktičkih ptica. Mrijesti se zimi, a Jaja ispod leda kako bi se zaštitila od mehaničkih oštećenja (Boitsov i sur., 2013). Ličinke se izlegaju u proljeće kad ima dovoljno planktonskih račića za njihovu ishranu (Vestfals, 2019).

Grenlandski bakalar (*Gadus ogac*) uglavnom nastanjuje fjordove i često žive na istim područjima kao i arktički bakalar (Aschan i sur., 2009). Ove dvije vrste morfološki su slične, a imaju i isti način prehrane (Slika 5). Smatra se da su u hranidbenom lancu poveznica između planktonskih račića i većih grabežljivaca (Christiansen i sur., 2012).



Slika 5. Grenlandski bakalar (*Gadus ogac*) ([https://fish-commercial-names.ec.europa.eu/fish-names/species/gadus-ogac\\_hr](https://fish-commercial-names.ec.europa.eu/fish-names/species/gadus-ogac_hr))

### 3.2. Ptice Arktika

Arktik je odredište za veliki broj ptica selica koje dolaze radi razmnožavanja te je stanište i pouzdan izvor prehrane za mnoge ptice. Ptice svake godine prate kretanje ledenih masa kako nebi imali prepreka za prehranu, kretanje i razmnožavanje (Karnovsky i Gavriilo, 2017).

U odnosu na Antarktiku, na Arktiku se gnijezdi puno više vrsta ptica. Većina ptica Arktika su ptice selice koje ovdje ne prezimljavaju, ali neke vrste ptica ovdje ostaju cijelo vrijeme (Peter, 2014). Na primjer, bjelka (snježnica) (*Lagopus muta*) je ptica koja prezimljava i razmnožava se na Arktiku. Nastanjuje izolirana planinska područja te na taj način izbjegava mnogobrojne predatore osim surog orla. (Long, 1981).

Obojenost perja bjelke uvjetovan je sezonskim ciklusom (Slika 6) (Snow i Perrins, 1997). Bijela zimska boja perja mijenja se u smeđu boju dolaskom kasnog proljeća i ljeta. Vanjski izgled karakterizira tanki kljun i vrpca crne boje uz oko (Squires i sur., 2023).



Slika 6. Bjelka (snježnica) (*Lagopus muta*)  
([https://www.allaboutbirds.org/guide/Rock\\_Ptarmigan/overview](https://www.allaboutbirds.org/guide/Rock_Ptarmigan/overview))

Hrani se pupoljcima patuljaste vrbe i breze, bobicama te nekim kukcima i ličinkama (Montgomerie i sur., 2020). Za razliku od drugih životinja Arktika, bjelka nema mogućnost skladištenja masti pa je uvijek u potrazi za hranom (Thomas i Popko, 1981).

Snježna sova (*Bubo scandiacus*) je ptica koja često mijenja mjesta stanovanja pa se smatra nomadskom vrstom Arktika. Njeno razmnožavanje često ovisi o količini plijena, pa u godinama kada je plijen rijedak, ptica se ne razmnožava (Holt i sur., 2020).

Toplinu tijela čuva izuzetno dugačkim perjem koje se pruža do samih prstiju, čak je i kljun pokriven, dajući joj izvrsnu izolaciju od hladnoće (Slika 7) (Solheim, 2012). Ono što je razlikuje od mnogih sova je to da joj perje na ušima nije jako izraženo.



Slika 7. Snježna sova (*Bubo scandiacus*) ([https://www.allaboutbirds.org/guide/Snowy\\_Owl/id](https://www.allaboutbirds.org/guide/Snowy_Owl/id))

Snježna sova jedan od glavnih predatora na Arktiku i nalazi se na vrhu kratkog hranidbenog lanca. Aktivan je lovac i za vrijeme dana, najviše u ljetnim mjesecima (Cameron, 1988). Hrani se malim zečevima, voluharicama, leminzima i močvarnim pticama (König i Weick, 2008).

### 3.3. Arktički sisavci

Arktik je stanište različitih vrsta morskih i kopnenih sisavaca. Pojedini sisavci tijekom dugog vremenskog razdoblja su izumrli na ovom području, a neki su se uspjeli prilagoditi na teške klimatske uvjete (Harris i sur., 2011). Danas ovo područje nastanjuju razni glodavci, zečevi, vukovi, medvjedi, lisice, morževi, tuljani i kitovi.

#### 3.3.1. Kopneni sisavci

Polarni medvjed (*Ursus maritimus*) (Slika 8) je arktički sisavac koji je ovisan o polarnom ledu i njegovom kretanju (Amstrup, 2003). Klimatske promjene mogu izravno utjecati na brojnost

ove vrste. Na Arktiku obitava oko 26 000 jedinki rasprostranjenih na Grenlandu, Aljaski, Kanadi i Rusiji (Wiig i sur., 2015).



Slika 8. Polarni medvjed (*Ursus maritimus*) (<http://www.polarbearendangered.com/why-are-polar-bears-endangered/>)

Polarni medvjed ima niz prilagodbi koje su omogućile život u uvjetima niskih temperatura okoliša. Za razliku od smeđeg medvjeda, polarni medvjed posjeduje kraće i oštrije zakrivljene pandže. Na taj način lakše se kreće po ledu i čvršće drži uhvaćeni plijen (Amstrup i sur, 2003). Rep i uši su skraćeni što je adaptacija na manji gubitak topline iz pojedinih dijelova tijela. Prilagodba je u skladu s Alenovim bioklimatskim pravilom. Trčanjem po arktičkom ledu doseže brzinu od 40km/h. Prednji noge su im specijalizirane za plivanje (Amstrup i sur, 2003). Osim plivanja, imaju sposobnost ronjenja te se u vodi mogu zadržati i do tri minute (Stirling i sur., 2015). Polarni medvjedi ne hiberniraju, već su aktivni cijele godine (Derocher, 2012). Velike masne naslage ispod kože su također dio prilagodbi. Prehrana uključuje životinje koje imaju debeli sloj sala poput tuljana i morževa (Slater i sur., 2010). Većinom su samotne životinje, osim u razdoblju raznožavanja. Polarni medvjed je veličinom najveća vrsta medvjeda što je u skladu s Bermanovim bioklimatskim pravilom.

Arktički vuk (*Canis lupus arctos*) je podvrsta sivog vuka koja nastanjuje Arktičko područje. Vuka karakterizira duga, mekana bijela dlaka koja prekriva šape. U proljeće, dlaka se prorijedi zbog povišenja temperatura (Slika 9). Uši su male i zaobljene, a njuška im je kratka kao prilagodba na arktičke uvjete.





Slika 9. Arktički vuk (*Canis lupus arctos*) (<https://animalsafari.com/5-things-you-didnt-know-about-the-arctic-wolf/>)

Najveći dio prehrane arktičkog vuka čine mošusna goveda. Također, hrane se sobovima, bjelkama, zečevima i leminzima. Često se kreću u skupinama kako bi bili učinkovitiji lovci. Budući da je na području teško pronaći hranu, razvili su izvrstan osjet njuha koji im omogućuje da nanjuše plijen udaljen do dva kilometra. Pojedu i do 20 kilograma mesa odjednom kako bi se zasitili do sljedećeg nalaska plijena, s obzirom na oskudicu hrane (Petersen, 1998).

Arktička lisica (*Vulpes lagopus*), je mala vrsta lisice koja nastanjuje arktičke tundre sjeverne Europe, Azije i Amerike (Feldhamer i sur., 2003). Krasi je gusto krzno bijele boje koje ima ulogu kamuflaže (Slika 10). Tijelo je zaobljenog oblika kako bi sačuvala toplinu u ekstremnim uvjetima. Dužina tijela kod mužjaka i kod ženke je oko pola metra. Tijelo završava dugim čupavim repom (Sillero-Zubiri i sur., 2004).



Slika 10. Arktička lisica (*Vulpes lagopus*)

(<https://kids.nationalgeographic.com/animals/mammals/facts/arctic-fox>)

Arktičke lisice se hrane malim životinjama poput riba, ptica, zečeva, leminga, mladunaca



tuljana te nekih strvina. Također, ponekad se hrane bobicama i biljnim vrstama pa ih smatramo svejedima. Poznate su i kao izniman predator ptičjih jaja (Burgess, 2000).

Sob (*Rangifer tarandus*) je jedina vrsta jelena kod koje imamo rast rogova kod oba spola. Mužjacima rogovi služe pri natjecanju s drugim sobovima tijekom sezone parenja tijekom proljeća i ljeta (Smith, 1998).

Sob ima velika razdvojena kopita u obliku polumjeseca, što mu omogućuje lakše kretanje po snijegu. Toplinu tijela čuva debelim svijetlog krzna te prilagođenim nosnim šupljinama (Slika 11).



Slika 11. Sob (*Rangifer tarandus*) (<https://animals.sandiegozoo.org/animals/reindeer-caribou>)

U potrazi za hranom i skloništem, sobovi ovih područja rade najveće migracije od svih kopnenih sisavaca putujući do 5000 km godišnje (Gunn, 2016).

Sobovi su jedini veliki sisavci sposobni razgraditi lišajeve, koji im predstavljaju ključni izvor hrane u zimskim mjesecima. Također, hrane se lišćem breza i vrba. Ukoliko gladuju, hrane se ribama, malim glodavcima te ptičjim jajima (Anand-Wheeler, 2002).

Mošusno govedo (*Ovibos moschatus*) je kopitarni sisavac kojeg karakterizira debel sloj krzna ispod kojeg je skoro sakriven rep dug samo 10 centimetara. Odrasla jedinka u prosjeku teži oko 285 kilograma, ali mogu doseći i težinu od 410 kilograma. Krzno čine duge dlake koje ponekad sežu sve do tla (Slika 12) (Burnie i Wilson, 2005).



Slika 12. Mošusno govedo (*Ovibos moschatus*)  
(<https://puzzlegarage.com/puzzle/12383/?lang=hr>)

Mošusna goveda se najčešće hrane raznim biljkama i travama te rjeđe mahovinama. Primarni grabežljivci ovih goveda su arktički vukovi koji su odgovorni za polovicu smrtnosti ove vrste. (Lent i Peter, 1988).

Kroz povijest, ova vrsta je često bila meta prekomjernog lova. Početkom 20. stoljeća, ova goveda u potpunosti su bila izlovljena s područja Aljaske.

Arktički zec (*Lepus timidus*) je vrsta zeca koja se izvrsno prilagodila arktičkim uvjetima. U zimskim mjesecima, gusto krzno se mijenja iz smeđe u bijelu boju. Imaju skraćene uši što im pomaže kod čuvanja topline (Slika 13). Tijekom hladnih mjeseci, kopaju skloništa u snijegu koristeći svoje šape prekrivene gustim krznom (Macdonald, 1993).



Slika 13. Arktički zec (*Lepus timidus*)  
(<https://www.nationalgeographic.com/animals/mammals/facts/arctic-hare>)

Arktički zec je biljojed te se najčešće hrani polarnom vrbom. Također se hrane mahovinama, travama i cvijećem. Tijekom hladnih mjeseci, arktički zečevi mogu preživjeti na ograničenim

zalihama hrane zbog prilagođenog metabolizma (Hacklaender, 2018).

Leming (*Lemmus lemmus*) je mali glodavac koji živi na područjima tundre arktičkog kruga. Na klimatske uvjete su se prilagodili gustim, mekanim krznom, kratkim repom, nogama i ušima (Slika 14) (Batzli, 1983). Imaju prednju kandžu prilagođenu za kopanje snijega.



Slika 14. Leming (*Lemmus lemmus*) (<https://www.canada.ca/en/polar-knowledge/polar-blog-articles/how-is-climate-change-affecting-lemming.html>)

Leminzi su biljojedi te se hrane mahovinama, bobicama, travama i lišćem. Aktivno traže hranu tijekom cijele godine kopajući snijeg. Često kopaju tunele u snijegu kako bi se zaštitili od predatora. Kao biljojedi vrlo su važna karika u kratkom hranidbenom lancu koji se sastoji samo od 3 člana. Zbog toga su česti plijen arktičkih predatora koji predstavljaju zadnju kariku u hranidbenom lancu, a to su vukovi, lisice i sove (Batzli, 1983).

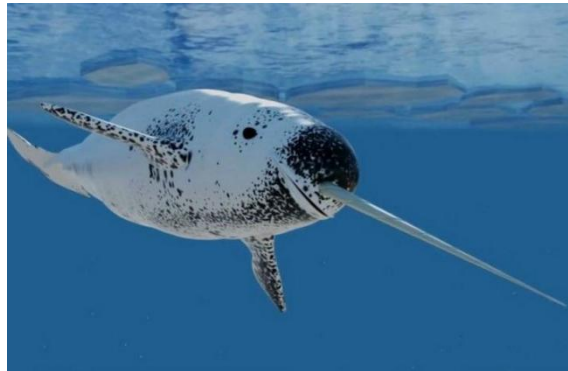
### 3.3.2. Morski sisavci

Glavne vrste kitova u moru oko Arktika su grenlandski kit (*Balaena mysticetus*), narval (*Monodon monoceros*) i beluga (*Delphinapterus leucas*). To su endemske vrste kitova koje jedine ostaju prisutne tijekom cijele godine. Razlike su u rasprostranjenosti ovih kitova. Narvali se nalaze na atlantskom dijelu Arktika, grenlandski kitovi oko područja Grenlanda i kanadskog štita, dok su beluge rasprostranjene diljem arktičkog kruga (Tervo i sur., 2023). Zbog svog izgleda beluga je poznat i kao bijeli kit (Ginsberg, 1997). Nedostatak leđne peraje je prilagodba životinje za lakše plivanje pod ledom (Slika 15). Važna morfološka prilagodba je debeli potkožni sloj masti koji predstavlja izvor energije i topline. Jako su društveni te u skupinama može biti i do 10 jedinki.



Slika 15. Beluga kit (*Delphinapterus leucas*) (<https://www.animalspot.net/beluga-whale.html>)

Narval je vrsta srodna beluga kitovima pa se međusobno mogu križati. Zdepastog je oblika s tupom njuškom. Ima veliku, dugu kljovu koja može narasti i do 3 metra (Slika 16). Kljova ima više uloga kao što su: lov na plijen, obrana od predatora, privlačenje ženki i osjet soli u vodi (Haelters i sur., 2018). Hrani se arktičkim bakalarom, škampima i lignjama. Može se plivati i loviti na velikim dubinama (Finley, 1982). Nalaze se u skupini od 3 do 8 jedinki, a ljeti se okupljaju u skupine sa puno više jedinki (Laidre, 2008).



Slika 16. Narval (*Monodon monoceros*) (<https://zooastro.com/votre-animal-astral-est-le-narval/>)

Morž (*Odobenus rosmarus*) je morski sisavac velikih dimenzija koji je rasprostranjen na sjevernim obalama Sibira i duž obale Aljaske (Fay, 1985). Glavne osobine su velika tjelesna masa (2000 kg), brkovi i najviše velike duge kljove (Slika 17). Kljove imaju ulogu u borbama tijekom razdoblja razmnožavanja, a često pomažu pri izlazu iz vode. Mužjak s najvećim kljovama je često vođa grupe (Fay, 1985).



Slika 17. Morž (*Odobenus rosmarus*) (<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Noaa-walrus22.jpg>)

Prehrana im je raznolika i oportunistička, tako se hrane školjkama, sporim ribama, puževima i rakovima (Sheffield i sur., 2011). Brzi su plivači, što predatorima poput polarnih medvjeda, otežava hvatanje plijena.

## 4. FAUNA ANTARKTIKE

### 4.1. Ribe Antarktike

Ribe koje obitavaju u moru oko Antarktike imaju određene zajedničke osobine kao što su zaobljene prsne i zdjelične peraje što omogućava lakše plivanje u hladnim dubinama. Leđna peraja proteže se do repne peraje. Oči su smještene su na vrhu glave, a usta su velika u usporedbi sa veličinom tijela. (Froese i sur., 2016). Česte su vrste koje pripadaju porodicama pužarice (*Liparidae*) i hladni bakalari (*Nototheniidae*). Vrste iz ovih porodica zajedno sa jeguljama, čine oko 90% svih riba u južnom oceanu (Eastman, 2005).

Vrste iz porodice hladnih bakalara najbrojnije su ribe u Južnom oceanu (Slika 18). Obitavaju na morskom dnu gdje se i hrane. Nemaju plivaći mjehur poput drugih koštunjača, ali imaju povećan sadržaj lipida u tijelu i manju količinu mineralnih soli u kostima što je prilagodba koja omogućava lakše održavanje u vodenom stupcu (Rutschmann i sur., 2011). Kao prilagodbu za preživljavanje u hladnim uvjetima okoliša u tijelu sadrže antifrizni glikoprotein koji inhibira stvaranje leda u tjelesnim tekućinama. Također, glikoproteinski antifriz izlučuje se i na površinu kože i tako sprječava vanjsko smrzavanje tijela (Evans i sur., 2012). Navedene prilagodbe kod životinja nazivaju se superhlađenje (supercooling). Životni vijek je 10 godina, a spolna zrelost nastupa u trećoj godini života. Često čuvaju svoja oplođena jaja zbog opasnosti od grabežljivaca. Zbog hladnog mora inkubacija jaja traje 5 mjeseci. Izlaskom iz jaja ličinke

imaju vretenasto tijelo koje omogućava bijeg od bentoskih riba koji su njihovi glavni predatori (Vacchi, 2004.).



Slika 18. Hladni bakalar (*Notothenia sp.*) (<http://natechertack.com/fishes/notothenioidei.html>)

#### 4.2. Ptice Antarktike

Svake godine u proljeće, stjenovite obale Antarktike i njezini udaljeni otoci mjesto su za gniježđenje preko 100 milijuna ptica. Među njima su albatrosi, burnice, pomornici, galebovi i čigre. (Harris i sur., 2011). Najveća brojnost pingvina nalazi se u ovom području. Četiri vrste pingvina nastanjuju i razmnožavaju se na kopnu Antarktike i njezinim obližnjim otocima. Još četiri vrste žive na subantarktičkim otocima (Harris i sur., 2011).

Carski pingvin (*Aptenodytes forsteri*) najveći i masom najteži pingvin na svijetu, endem je Antarktike. Mužjak i ženka imaju isti izgled i veličinu perja. Narastu do visine od 100 cm i težine od 22 do 45 kg (Slika 19). Carski pingvin, poput svih drugih vrsta pingvina, ima specifično oblikovano tijelo i ukružena krila koja su prilagođena u peraje. Ove peraje nemaju sposobnost leta, ali omogućuju efikasno plivanje (Dunning, 2008).



Slika 19. Carski pingvin (*Aptenodytes forsteri*)

([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Emperor\\_penguins\\_\(1\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Emperor_penguins_(1).jpg))

Glavni izvor hrane su ribe, ali prehrana uključuje različite rakove i lignje. Dok love, mogu se zadržati u velikim dubinama i do 20 minuta. Dugo zadržavanje pod morem omogućava specifično građen hemoglobin koji veže velike količine kisika (Norris, 2007). Jedina je vrsta pingvina koja se razmnožava izravno na ledu tijekom antarktičke zime. Prelaze udaljenosti od



50 do 120 kilometara tijekom svojih migracija. Ženka polaže jedno jaje koje mužjak čuva više od dva mjeseca, dok ženka odlazi u more radi hranjenja. Carski pingvini imaju životni vijek od 20 godina, ali neki mogu doživjeti i 50 godina.

Snježni albatros (*Diomedea exulans*) je morska ptica sa najvećim rasponom krila koji iznosi preko 3 metra (Slika 20). Snježni albatrosi prelaze velike udaljenosti u potrazi za hranom, često je tražeći u dalekim otvorenim oceanima i hladnijim južnim vodama (Imber, 1999). Jedrenje je njihov način leta. Jedreći nad morskom površinom mogu tijekom jedne godine tri puta obići južni ocean i pri tom preletjeti više od 120 000 km (Weimerskirch, 2015). Lete brzinom i do 135 km/h. Hranu love na površini vode, jer nemaju sposobnost ronjenja. Hrane se glavonošcima, malim ribama i rakovima (Robertson, 2003).



Slika 20. Snježni albatros (*Diomedea exulans*)

(<https://birdsoftheworld.org/bow/species/wanalb1/cur/introduction>)

### 4.3. Sisavci Antarktike

Na Antarktici obitavaju samo morski sisavci (nema kopnenih sisavaca). Autohtoni su morski sisavci, a predstavnici su tuljani, kitovi i dupini (Lowther i sur., 2018). Od tuljana na obalama Antarktike brojni su tuljan rakojed, morski leopard, Weddellov tuljan i južni morski slon.

Tuljan rakojed (*Lobodon carcinophaga*) široko je rasprostranjen na Antarktici. Velik je i do 2 metra, vitkog stasa i svijetle boje (Slika 21) (Burns i sur., 2004). Najčešće se nalazi na plutajućem ledu koji je udaljen od antarktičke obale. Led koristi za odmor, parenje i društvena okupljanja (Adam, 2005). Vrlo je brojan, a podaci ukazuju na više milijuna jedinki (Erickson i sur., 1971). Specijaliziran je za lov na planktonske račiće (antarktički krill) koji predstavljaju 90% prehrane (Adam, 2005).



Slika 21. Tuljan rakojed (*Lobodon carcinophaga*)  
(<https://www.twointheblue.com/tag/crabeater-seal/>)

Morski leopard (*Hydrurga leptonyx*) (Slika 22) najveći je oportunistički predator među tuljanima. Hrani se tuljanima, pingvinima, ribama, rakovima i glavonožcima. Njegov jedini prirodni grabežljivac je kit orka. Morski leopard često lovi ostale vrste tuljana i predstavlja ozbiljnu prijetnju za opstanak tuljana rakojeda, što potvrđuje i visoka stopa smrtnosti. Čak 80% mladih jedinki (starosti prve godini života) plijen su morskog leoparda. Od tuljana koji prežive prvu godinu, 78% ima ozljede koje su zadobivene napadom morskih leoparda (Hückstädt, 2015).



Slika 22. Morski leopard (*Hydrurga leptonyx*) (<https://dosits.org/galleries/audio-gallery/marine-mammals/pinnipeds/leopard-seal/>)

U moru je brojan i Weddellov tuljan (*Leptonychotes weddelli*) (Slika 23). Glavna osobina ovog tuljana je dugo zadržavanje ispod leda gdje lovi ribe (uglavnom bakalare), rakove i lignje. Također mogu roniti i dugo se zadržavati se na velikim dubinama (čak do 80 minuta). Čest je plijen morskog leoparda i orki.





Slika 23. Weddellov tuljan (*Leptonychotes weddelli*) ([https://creatures-of-the-world.fandom.com/wiki/Weddell\\_Seal](https://creatures-of-the-world.fandom.com/wiki/Weddell_Seal))

Na obalama Antarktike nalazi se Južni morski slon (*Miorunga leonina*) (Slika 24), veličinom je najveći predstavnik porodice pravi tuljani (Phocidae). Mužjaci dostižu dužinu do 6 metara, a teže do 4 tone. Izražen je spolni dimorfizam, jer su ženke su znatno manje. Mužjaci imaju veliki nos nalik na surlu, a koriste ga za stvaranje glasa u razdoblju razmnožavanja i dominaciju nad ženkama. Većinu vremena provode u moru hraneći se ribama i lignjama. U sezoni razmnožavanja mužjaci se vraćaju na kopno zbog borbi za ženke i teritorij.



Slika 24. Južni morski slon (*Miorunga leonina*) (<https://www.activewild.com/southern-elephant-seal-facts-for-kids/>)

Orka (*Orcinus orca*), poznatiji kao kit ubojica najveći je član porodice oceanskih dupina (Slika 25). Pripada kitovima zubanima. Najčešće nastanjuju mora južne polutke i područja oko Antarktike. Zbog otapanja leda u Hudsonovom tjesnacu na Arktiku rasprostranjene su do sjeverozapadnog Atlantika (Baird, 2002). Orke su predatori na vrhu hranidbenog lanca (top-predatori) koji nemaju prirodnih neprijatelja. Zbog načina lova u skupinama, često ih nazivaju "vukovima mora". Njihov plijen uključuje ribe, glavonošce, morske sisavce, ptice i kornjače (O'Malley Miller 2010). Iako većinu vremena provode na površini mora, zbog lova na određeni

plijen rone do dubine od nekoliko stotina metara (Reisinger i sur., 2015).



Slika 25. Orka (*Orcinus orca*) (<https://wallpapersqq.net/orcinus-orca-killer-whale.html>)

Antarktički plavi kit (*Balaenoptera musculus intermedia*) (Slika 26) je najveći je sisavac koji može narasti do dužine od 30 metra i težiti do 180 tona. Pripada kitovima usanima, a glavna hrana su planktonski račići (kril) koje filtriraju kroz rožnate ploče u ustima (usi). Nekad je bio vrlo brojan u vodama oko Antarktike, ali je prekomjeren izlov tijekom 20 stoljeća doveo ove kitove na rub izumiranja.



Slika 26. Antarktički plavi kit (*Balaenoptera musculus intermedia*)  
(<https://www.antarctica.gov.au/about-antarctica/animals/whales/blue-whale/>)

## 5. UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA ŽIVOT ARKTIKA I ANTARKTIKE

Utjecaj klimatskih promjena vidljiv je na području Arktika gdje se arktički led ubrzano otapa (Hossain i Morris, 2017). Zbog globalnog zagrijavanja Zemlje, istraživanja ukazuju da Arktik nije bio topliji u zadnjih 44 tisuće godina (Miller i sur., 2013). U lipnju 2020. godine na arktičkom krugu izmjerena je temperatura od 38°C (Slika 27). Otapanje ledenog pokrivača značajno utječe na opstanak životinja koje su prilagođene životu na ledu. Posljedice mogu biti izumiranje pojedinih vrsta i gubitak bioraznolikosti.

Smanjenjem broja vrsta, stanovnici Arktika mogli bi ostati bez izvora hrane.



Slika 27. Grad Verkhoyansk, karta (<https://www.3bmeteo.com/giornale-meteo/meteo--caldo-record-in-siberia--38-c-a-verkhoyansk-358322>)

Također, i na Antarktici su povišene prosječne temperature tijekom godine (Singh, 2020). Otapanje leda i zagrijavanje mora oko Antarktike značajno utječe na kretanje vodenih masa i morskih struja. Gubitak leda u dogledno vrijeme će podići i razinu svjetskih mora (Fox-Kemper i sur., 2021).

Podizanje razine mora utječe na hranjenje, razmnožavanje i cjelokupan život arktičkih sisavaca. (Descamps i sur., 2016). Istraživanja na području SAD-a su pokazala da smanjivanje arktičkog leda može dovesti do potpunog nestanka polarnih medvjeda s područja Aljaske. Polarni medvjedi love tuljane isključivo na ledu. Nestanak leda direktno utječe na ishranu ove vrste. Manjak leda zahtijeva više plivanja u potrazi za plijenom što dodatno troši energiju polarnog medvjeda.

Jedna od posljedica je i promjena klimatskih granica. Klima arktičkog i antarktičkog područja postaje sve više subarktička i subantarktička. Time, životinje područja Arktika i Antarktike izumiru i zamjenjuju ih subklimatske životinje. Primjer je kretanje atlantskog bakalara prema

sjevernijim područjima dok polarni bakalar sve više izumire. Razlog izumiranja je povezan sa razvojem ličinki polarnog bakalara koji se odvija na temperaturi do 3°C (Constable, 2021). Klimatske promjene na Arktiku također utječu i na snježne sove koje love na zaleđenim površinama. Promjene temperature mora mogu utjecati na biomasu antarktičkog krila koji je glavni izvor hrane za ribe, tuljane i pingvine (Smetacek i Nicol, 2005).

## 6. ZAKLJUČAK

Područja Arktika i Antarktike karakteriziraju izrazito niske temperature pa su životinje razvile različite adaptacije koje su omogućile preživljavanje u ekstremnim uvjetima okoliša. Adaptacije poput debelog sloja masti, gustog krzna, dlaka, smanjenih udova i ušiju, te stvaranje antifriznih tvari, primjeri su na koji su se način životinje prilagodile na klimatske uvjete. Pojedine vrste riba u morima oko polarnih područja sadrže u tjelesnim tekućinama glikoproteinski antifriz koji onemogućava smrzavanje. Na Arktiku obitavaju kopneni i morski sisavci. Predstavnici kopnenih sisavaca su polarni medvjed, arktička lisica, arktički vuk, mošusno govedo, sob, arktički zec i leming. Glavni predstavnici ptica su snježna sova i bjelka. Hranidbeni lanci na kopnenom dijelu Arktika su kratki i sastoje se samo od 3 člana. Od morskih sisavaca zastupljeni su kitovi (grelandski kit, beluga i narval), tuljani i morževi. Na Antarktici obitavaju samo morski sisavci i ptice. Antraktičko kopno naseljava carski pingvin koji je veličinom i masom najveća vrsta pingvina. Česte morske ptice su albatrosi, burnice, galebovi, čigre i pomornici. Na obalama i moru brojni su tuljan rakojed, morski leopard, Weddellov tuljani južni morski slon. U moru oko Antarktike nalazi se kitovi orke i antarktički plavi kit, najveći živući sisavac.

## 7. LITERATURA

Adam, P.J. (2005). "Lobodon carcinophaga". *Mammalian Species*. 772: 1–14

Addison K. i Smithson P., (2002). *Fundamentals of the physical environment*. Routledge. str. 482.

Amstrup S. C., DeMaster D. P., "Polar bear, *Ursus maritimus*" in *Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Conservation*, Feldhamer G. A., Thompson B. C., str 588-590

Amstrup SC. 2003. Polar Bear (*Ursus maritimus*). In *Mammals of North America: biology, management, and conservation* (eds Feldhamer GA, Thompson BC, Chapman JA), str. 587–610, 2nd edn Baltimore, MD: John Hopkins University Press.

Anand-Wheeler, Ingrid (2002) *Terrestrial Mammals of Nunavut*. Nunavut Wildlife Management Board.

Ancel, A., Visser, H., Handrich, Y., Masman, D. and Le Maho, Y. (1997). Energy saving in huddling penguins. *Nature* 385, 304-305

Andrew D Lowther, Phil Trathan, Arnaud Tarrow, Christian Lydersen, Kit M Kovacs, The relationship between coastal weather and foraging behaviour of chinstrap penguins, *Pygoscelis antarctica*, *ICES Journal of Marine Science*, Volume 75, Issue 6, November-December 2018, Pages 1940–1948,

Arctic oil field: development and the biota. San Diego, San Francisco: Academic Press. pp. 159–178.

Aschan, M., O. V. Karamushko & I. Byrkjedal et al. (2009): Records of the gadoid fish *Arctogadus glacialis* (Peters, 1874) in the European Arctic. *Polar Biol* 32, str. 963–970.

Baird, Robin W. (2002). *Killer Whales of the World* 1-132.

Batzli, George O; Pitelka, Frank A (1983). "Nutritional Ecology of Microtine Rodents: Food Habits of Lemmings near Barrow, Alaska". *Journal of Mammalogy*. 64 (4): 648–655.

Blix, A. S. and Johnsen, H. K. (1983). Aspects of nasal heat exchange in resting reindeer. *J. Physiol.* 340, 445-454

Blix, A. S., Kvadsheim, P. H., Kholodova, M. V., Sokolov, V. E., Messelt, E. B. and Tyler, N. J. C. (2015). Superb winter fur insulation in the small Siberian musk deer (*Moschus moschiferus*). *Rangifer* 35, 53-60.

Blix, A. S., Walløe, L. and Folkow, L. P. (2011). Regulation of brain temperature in winter-acclimatized reindeer under heat stress. *J. Exp. Biol.* 214, 3850-3856.

Boitsov, V., Dolgov, A., Krysov, A., Seliverstova, E., & Shevelev, M. (Eds.). (2013). *Polar Cod of the Barents Sea*. 1-6

Bulkeley R. Naming Antarctica. *Polar Record*. (2016) ;52(1):2-15.

Burgess, R. (2000). "Arctic Fox". In Truett, J.C.; Johnson, S.R. (eds.). *The natural history of an*

Burnie D and Wilson DE (Eds.), *Animal: The Definitive Visual Guide to the World's Wildlife*. DK Adult (2005), ISBN 0-7894-7764-5

Cameron, Ad (illustrator) (1988). *Owls of the Northern Hemisphere*. London, Collins. str. 209–219.

Christiansen, J.S., H. Hop & E. M. Nilssen et al. (2012): Trophic ecology of sympatric Arctic gadoids

Claudio Sillero-Zubiri, Michael Hoffmann and David W. Macdonald (2004). *Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs* 117-125

Constable, A.J.; Harper, S.; Dawson, J.; Holsman, K.; Mustonen, T.; Piepenburg, D.; Rost, B. (2022). "Cross-Chapter Paper 6: Polar Regions". *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 2021

Cuyler, C. and Øritsland, N. A. (2002). Effect of wind on Svalbard reindeer fur insulation. *Rangifer* 22, 93-99.

Derocher, Andrew E. (2012). *Polar Bears: A Complete Guide to Their Biology and Behavior*. Johns Hopkins University Press., str. 28

Descamps, Sébastien; Aars, Jon; Fuglei, Eva; Kovacs, Kit M.; Lydersen, Christian; Pavlova, (2016), Climate change impacts on wildlife in a High Arctic archipelago – Svalbard, Norway

Dmitry Bogoyavlenskiy, (2007) Demography of peoples of the Russian North in the beginning of XXI century

Duchesne, D., Gauthier, G. and Berteaux, D. (2011). Habitat selection, reproduction and predation of wintering lemmings in the Arctic *Oecologia* 167, 967-980.

Eastman, J.T. (2005). "The nature of the diversity of Antarctic fishes". *Polar Biol.* 28 (2): 93–107

Edwards, A.J. (June 1992). "FAO Species Catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date". *Marine Pollution Bulletin.* 24 (6): 442.

Evans, Clive; Hellman, Linn; Middleditch, Martin; Wojnar, Joanna; Brimble, Margaret;

Fay, F. H. (1985) *Ecology and Biology of the Pacific Walrus, *Odobenus rosmarus divergens* Illiger*. U.S. Dept. Interior, North American Fauna, 1–279

Feldhamer, George A.; Thompson, B.C.; Chapman, J.A. (2003). *Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Conservation*. JHU Press. pp. 511–540

Finley, K. J.; Gibb, E. J. (December 1982). "Summer diet of the narwhal (*Monodon monoceros*) in Pond Inlet, northern Baffin Island". *Canadian Journal of Zoology*, str. 60

Folkow, L. P. and Blix, A. S. (1992). Metabolic rates of minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) in cold water. *Acta Physiol. Scand.* 146, 141-150.

Fox-Kemper, B., H.T. Hewitt, C. Xiao, G. Aðalgeirsdóttir, S.S. Drijfhout, T.L. Edwards, N.R. Golledge, M. Hemer, R.E. Kopp, G. Krinner, A. Mix, D. Notz, S. Nowicki, I.S. Nurhati, L. Ruiz, J.-B. Sallée, A.B.A. Slangen, and Y. Yu, 2021: Ocean, Cryosphere and Sea Level Change. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, str 1211.-1362.

Frisch, J., Øritsland, N. A. and Krog, J. (1974). Insulation of furs in water. *Comp. Biochem. Physiol. A Physiol.* 47, 403-410.

Garbe J, Albrecht T, Levermann A, Donges JF, Winkelmann R. The hysteresis of the Antarctic Ice Sheet. *Nature.* (2020) Sep;585(7826):538-544. doi: 10.1038/s41586-020-2727-5. Epub 2020 Sep 23. PMID: 32968257.

Gifford H. Miller, Scott J. Lehman, Kurt A. Refsnider, John R. Southon, Yafang Zhong (2013). Unprecedented recent summer warmth in Arctic Canada *Geophysical Research Letters*

Gunn, A. (2016). "*Rangifer tarandus*". IUCN Red List of Threatened Species. 2016: e.T29742A22167140.

Gunn, A.; Forchhammer, M. (2016) . "*Ovibos moschatus*". IUCN Red List of Threatened Species

Hacklaender, Klaus (2018). "*Lepus arcticus* Ross, 1819, Arctic hare". *Lagomorphs*: 165–168

Haelters, J., Kerckhoff, F., Doom, M., New Extralimital Record of a Narwhal (*Monodon*

Harris, C.M., Carr, R., Lorenz, K. & Jones, S August (2011), Important Bird Areas in Antarctica Antarctic Peninsula South Shetland Islands South Orkney Islands, 1-226

Holt, D. W., Matt D. Larson, N. E. Smith, D. L. Evans, and D. F. Parmelee (2020). Snowy Owl



(*Bubo scandiacus*), version 1.0. In *Birds of the World* (S. M. Billerman, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA.

Hossain, K., Morris, K., „Protecting Arctic Ocean Marine Biodiversity in the Area Beyond

Hückstädt, L. (2015). "*Lobodon carcinophaga*". IUCN Red List of Threatened Species. 2015

Imber, M.J. *Journal of the Royal Society of New Zealand* 22: 243-263. 1999. Diet and feeding ecology of the Royal Albatross *Diomedea*

Jackson, D. C. and Schmidt-Nielsen, K. (1964). Countercurrent heat exchange in the respiratory passages. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 51, 1192-1197.

Jennifer M. Burns, Daniel P. Costa, Michael A. Fedak, Mark A. Hindell, Corey J.A. Bradshaw, Nicholas J. Gales, Birgitte McDonald, Stephen J. Trumble, Daniel E. Crocker, 2004 Winter habitat use and foraging behavior of crabeater seals along the Western Antarctic Peninsula, *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, Volume 51, Issues 17–19, Pages 2279-2303,

Jody W Deming, Psychrophiles and polar regions, *Current Opinion in Microbiology*, Volume 5, Issue 3, 2002, Pages 301-309,

John B. Dunning Jr., *CRC Handbook of Avian Body Masses* (2008) 1-223

Joshua R. Ginsberg, *Mammals, Biodiversity of*, Editor(s): Simon Asher Levin, *Encyclopedia of Biodiversity*, Elsevier, 2001, Pages 777-810,

Karnovsky N. J. & M. V. Gavrilov (2017): A feathered perspective: the influence of sea ice on Arctic marine birds, In: D. N. Thomas (ed.), *Sea Ice*, 3rd edition, Wiley-Blackwell, Chichester (UK) Hoboken (NJ), pp. 556-569.

Kvadsheim, P. H., Folkow, L. P. and Blix, A. S. (1996). Thermal conductivity of minke whale blubber. *J. Therm. Biol.* 21, 123-128.

König, Claus; Weick, Friedhelm (2008). *Owls of the World* (2nd ed.). London, UK: Christopher Helm 67-95

Laidre, Kristin L.; Stirling, Ian; Lowry, Lloyd F.; Wiig, Øystein; Heide-Jørgensen, Mads Peter; Ferguson, Steven H. (March 2008). "Quantifying the sensitivity of Arctic marine mammals to climate-induced habitat change". *Ecological Applications*. 18 (sp2): S97–S125.

Lent, Peter C (1988). "Ovibos moschatus" (PDF). *Mammalian Species*. 302 (1–9): 1–9.

Liddell, Henry George and Scott, Robert. (1940) "Arktos." ,Aeschylus, *Persians*, 193

Long, John L. (1981). *Introduced Birds of the World*. Agricultural Protection Board of Western Australia, pp. 21–493.

Macdonald, D.W.; Barrett, P. (1993). *Mammals of Europe*. New Jersey: Princeton University Press.

McCafferty DJ, Pandraud G, Gilles J, Fabra-Puchol M, Henry PY (2017) . Animal thermoregulation: a review of insulation, physiology and behaviour relevant to temperature control in buildings. *Bioinspir Biomim*.

Mesteig, K., Tyler, N. J. C. and Blix, A. S. (2000). Seasonal changes in heart rate and food intake in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Acta Physiol. Scand*. 170, 145-151.

Miller, Patrick James O'Malley; Shapiro, Ari Daniel; Deecke, Volker Bernt (November 2010). "The diving behaviour of mammal-eating killer whales : variations with ecological not physiological factors 1104- 1112  
monoceros) in Europe 2018 *Aquatic Mammals* 44(1):39-50

Montgomerie, Robert; Holder, Karen (2020). "Diet and Foraging – Rock Ptarmigan – *Lagopus muta* – Birds of the World". *Birds of the World*.

Nath R, Sindwani P. *Public Health in Antarctica*. *Cureus*. 2023 Dec 10;15(12):e50263.

Norris S (2007). "Penguins Safely Lower Oxygen to "Blackout" Levels"

Otani S, Miyaoka Y, Ikeda A, Ohno G, Imura S, Watanabe K, Kurozawa Y. Evaluating Health Impact at High Altitude in Antarctica and Effectiveness of Monitoring Oxygen Saturation. *Yonago Acta Med.* 2020 Jun 29;63(3):163-172.

Peter H. U. (2014): Die Vogelwelt der Polarregionen und ihre Gefährdung, In: Lozán, J.L., H.Grassl, D.Notz & D.Piepenburg (2014): WARNSIGNAL KLIMA: Die Polarregionen. Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg, ISBN: 978-39809668-63, str. 169-176.

Rainer Froese, Henning Winker, Didier Gascuel, U Rashid Sumaila, Daniel Pauly (2016)., Minimizing the impact of fishing

Reisinger, Ryan R.; Keith, Mark; Andrews, Russel D.; de Bruyn, P. J. N. (December 2015). "Movement and diving of killer whales (*Orcinus orca*) at a Southern Ocean archipelago". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 473: 90–102.

Robertson, C. J. R. (2003). "Albatrosses (Diomedidae)". In Hutchins, Michael (ed.). *Grzimek's Animal Life Encyclopedia. Vol. 8 Birds I Tinamous and Ratites to Hoatzins* (2nd ed.). Farmington Hills, MI: Gale Group. str. 113–116, 118–119.

Rohli, Robert V.; Vega, Anthony J. (2018). *Climatology* (4th ed.). Burlington, Massachusetts: Jones & Bartlett Learning. ISBN 978-1-284-12656-3.

Rutschmann, Sereina; Matschiner, Michael; Damerau, Malte; Muschick, Moritz; Lehmann, Moritz; Hanel, Reinhold; Salzburger, Walter (15 July 2011). "Parallel ecological diversification in Antarctic notothenioid fishes as evidence for adaptive radiation". *Molecular Ecology.* 20 (22): 4707–4721

Serreze, Mark C.; Barry, Roger G. (2005). *The Arctic Climate System.* Cambridge University Press, str 1-22.

Serreze, Mark C.; Hurst, Ciaran M. (2000). "Representation of Mean Arctic Precipitation from NCEP–NCAR and ERA Reanalyses". *Journal of Climate.* 13 (1): 182–201.

Sheffield G, Fay FH, Feder H, Kelly BP (2001). "Laboratory digestion of prey and

interpretation of walrus stomach contents". *Marine Mammal Science*. 17 (2): 310–330

Singh, Hansi A.; Polvani, Lorenzo M. (2020). "Low Antarctic continental climate sensitivity due to high ice sheet orography

Slater G. J., Figueirido B., Louis L., Yang P., Van Valkenburgh B., Biomechanical consequences of rapid evolution in the polar bear lineage. (2010).

Smetacek, Victor; Nicol, Stephen (September 2005). "Polar ocean ecosystems in a changing world". *Nature*. 437 (7057): 362–368.

Smith, B.E. (1998). "Antler size and winter mortality of elk: effects of environment, birth year, and parasites". *Journal of Mammalogy*. 79 (3): 1038–1044.

Snow, DW and Perrins, CM, (1997) *The Birds of the Western Palearctic* (2 volumes, concise ed)

Solheim, R. (2012). "Wing feather moult and age determination of Snowy Owls *Bubo scandiacus*". *Ornis Norvegica*. 35: 48–67.

Squires TE, Rödin-Mörch P, Formenti G, Tracey A, Abueg L, Brajuka N, Jarvis E, Halapi EC, Melsted P, Höglund J, Magnússon KP. A chromosome-level genome assembly for the Rock Ptarmigan (*Lagopus muta*).

Stirling, Ian; van Meurs, Rinie (2015). "Longest recorded underwater dive by a polar bear". *Polar Biology*. 38 (8): 1301–1304.

Tervo, O.M., Blackwell, S.B., Ditlevsen, S., Conrad, A.S., Samson, A.L., Garde, E., Hansen, R.G., Heide-Jørgensen, M.P., 2021. Narwhals react to ship noise and airgun pulses embedded in background noise. *Biol. Lett.* 17 (11),

Thomas, Vernon G.; Popko, Richard (1981-07-01). "Fat and protein reserves of wintering and prebreeding rock ptarmigan from south Hudson Bay". *Canadian Journal of Zoology*. 59 (7): 1205–1211.

Ulf Marquard-Petersen, 1998 ,Food Habits of Arctic Wolves in Greenland, Journal of Mammalogy, Volume 79, Issue 1, 20 February 1998, Pages 236–244

Vacchi, Marino; La Mesa, Mario; Dalu, Massimo; MacDonald, John (4 May 2004). "Early life stages in the life cycle of Antarctic silver fish, *Pleuragramma antarcticum* in Terra Nova Bay, Ross Sea". *Antarctic Science*. 16 (3): 299–305.

Vestfals, C.D., F. J. Mueter & J. T. Duffy-Anderson et al. (2019): Spatio-temporal distribution of polar cod (*Boreogadus saida*) and saffron cod (*Eleginus gracilis*) early life stages in the Pacific Arctic. *Polar Biol* 42, str. 969–990.

Weimerskirch, Henri; Delord, Karine; Guitteaud, Audrey; Phillips, Richard A.; Pinet, Patrick (2015). "Extreme variation in migration strategies between and within snowy albatross populations during their sabbatical year and their fitness consequences

Wiig Ø, Amstrup S, Atwood T, Laidre K, Lunn N, Obbard M, Regehr E, Thiemann G.. 2015. *Ursus maritimus* . The IUCN Red List of threatened species 2015:

Øritsland, N. A. (1970). Temperature regulation of the polar bear (*Thalarectos maritimus*). *Comp. Biochem. Physiol.* 37, 225-233