

Széchenyi István Egyetem  
Műszaki tudományi kar  
Környezetmérnöki Tanszék

# Sarkvidék

Írta : Bognár Árpád

Giczi Zoltán

Török András

**2005/2006 tanév őszi szemeszter**

# TARTALOMJEGYZÉK

<b>SARKVIDÉKEK .....</b>	<b>1</b>
<b>KIALAKÍTÓ TÉNYEZŐK .....</b>	<b>1</b>
<b>FÖLDRAJZI ELHELYEZKEDÉS.....</b>	<b>1</b>
ÉSZAKI-SARK.....	1
A DÉLI-SARKVIDÉK – A HETEDIK KONTINENS .....	2
ANTARKTISZ-ANTARKTIKA .....	2
ANTARKTISZ SZIGETVILÁGA .....	3
<b>SARKVIDÉK JELLEMZŐ FAJAI .....</b>	<b>3</b>
A JEGES ÖV .....	3
FAGYOTT TÖRMELEKÖVE VAGY TUNDRA.....	3
ÉSZAKI SARK .....	4
DÉLI-SARK.....	5
<b>TÁPLÁLÉKLÁNC A SARKI TUNDRÁN .....</b>	<b>6</b>
<b>SARKVIDÉKET ÉRINTŐ SAJÁTOS PROBLÉMÁK.....</b>	<b>6</b>
LOKÁLIS PROBLÉMÁK .....	7
GLOBÁLIS PROBLÉMÁK.....	8
<b>FORRÁSJEGYZÉK.....</b>	<b>10</b>

# Sarkvidékek

## Kialakító tényezők

Az Antarktisz Földünk leghidegebb kontinense. A Föld felszínére érkező sugármennyiség eloszlása nem egyenletes, mivel függ a beesés szögétől, a sugárzás időtartamától (nappalok hossza) és a Naptól, való távolságtól. Legtöbb sugárzás természetesen az Egyenlítő atmoszféráját éri (évi  $320\text{--}325\text{ kcal/cm}^2$ ), szemben a sarkvidékek  $130\text{--}140\text{ kcal/cm}^2$  –es értékeivel. A Déli-sarkvidék 7 %-kal több besugárzást kap, mint az Északi. Ennek az az oka, hogy a Déli sarkvidék nyarán Földünk napközbe kerül, így a napsugár útvonala 5 millió km-rel megrövidül, s ennek megfelelően nő a besugárzás erőssége.

A Föld légkörének külső felületére érkező sugárzás csak mintegy 44 %-a jut el a felszínre. Ez a Déli-sarkvidéken - a ritka felhőzet miatt - az 56-73 %-os arányt is elérheti. (A Földön mért eddigi legerősebb besugárzás (79%) is Antarktikhához kötődik.)

A kontinens felszínének 95 %-át jég és hó borítja, mely magas visszaverő-képességgel (kb. 80 %) rendelkezik. A partvidéken csupán 15-20 % az albedó értéke. A partokon kialakult hőtöbblet a légtömegek mozgásának egyik elindítója.

A „fehér sivatag kontinensén” a poláris helyzet miatt 4-6 hónapos éjszaka uralkodik, amikor csak kisugárzás történik, s az amúgy is hideg kontinens további lehülését eredményezi. A sarki éjszaka hosszú, nagyon hideg és sötét télét rövid, hűvös, de sugárzásban gazdagfelolvadási periódus töri meg. Ez az ún. sarki nyár, melyet elsősorban a fény évszakaként írhatunk le. A d. sz.  $66,55$ -fokától délre fekvő szélességeken a Nap a nyári éjszakákon is tartósan a horizont felett tartózkodik, míg a téli éjszakákon napközben is alatta marad. A Föld keringési pályájának elliptikájából adódó különbségek miatt a poláris éjszaka hossza különbözik a Déli, illetve az Északi-sarkvidéken. Azt sem felejtethetjük el, hogy Antarktika Földünk „legmagasabb kontinense. Ha hó- és jégtakarót is beleértjük, átlagmagassága 2600 m körüli értéket ér el. A Föld nagy óceánjainak találkozási területén erőteljesen felboltozódó Antarktika hű ellentéte glóbuszunk északi behorpadásának. A kontinensek által körülhatárolt Arktisz kiterjedt tengeri medencerendszerét a mély tengeri medencék, és a tengeri küszöbök dominanciája jellemzi. Az Északi sarkvidék ugyanakkor egy hatalmas szigetvilág is. A Föld déli végének hűtőszekrénye több millió  $\text{km}^2$  kiterjedésű, nagyrészt összefüggő szárazföld, ahol medencék, hegyvonulatok és síkságok váltogatják egymást. A felszíni formakincs legnagyobb részét jégtakaró fedi. Meleg tengeráramlások sem fűthetik Antarktika partjait, ellentétben az Északi-atlanti áramlás által enyhített arktiszi partvidékekkel.

Az albedóról elmondottak alapján már következtethetünk az Antarktika partvonalát szegélyező oázisok létrejöttére, ahol a jégmentes tavakat zöld növényzet és antarktiszi viszonylatban, fajokban gazdag állatvilág övezi.

## Földrajzi elhelyezkedés

### **Északi-sark**

Az északi-sarki vidék alapjaiban különbözik Földünk minden más régiójától. Ami egyedivé teszi az Északi-sarkvidéket, az egyedülálló mérete és a tenger, a félig megfagyott óceán, mely több mint 25 millió négyzetkilométernyi területet ölel fel, Eurázsia és Észak-Amerika kietlen tundráival körülvéve, ezek összességében mintegy 13 millió négyzetkilométeren terülnek el, ami egy tizede a teljes földfelszínnek.

Az Északi-sark egyedi jellegzetességeit röviden az alábbiak szerint foglalhatnánk össze:

1. a magas szélességi fokok mentén történő elhelyezkedés
2. hosszú telek, és rövid, hűvös nyarak

3. alacsony csapadékmennyiség
4. állandóan fagyott altalaj
5. befagyott tavak és tengerek
6. fák hiánya

Nem könnyű meghatározni az Északi-sarkvidék határait. Ha a fenti kritériumokat vesszük figyelembe, az Északi-sarkot az északi-sarkkörön –az északi szélesség 66 fok 33' 03''- túl elterülő földtömegnek tekinthetjük, ahol a nyárnak legalább egy napján sohasem megy le a nap.

Az elmúlt néhány évtizedben számos definíció született, mely az Északi-sark pontos határait volt hivatott felrajzolni, de valamennyi alkalmatlannak bizonyult erre a szerepre. Napjainkban az elfogadott határvonal az Északi-sark és a szubarktikus területek között alapjában véve a múltban meghatározott paraméterek szerint húzódik, melyeke a második világháború után elért pontosabb tudományos eredmények nyomán finomítottak.

Az alábbi felosztás a tundrára érvényes, kivételként meghagyva a tengeri jégsapkát és Grönland belső jégmezőit. Az átlagos hőmérséklet a legmelegebb hónapokban 10 fok és 0 fok között ingadozik, a telek szükségszerűen hosszúak és hidegek, a nyarak rövidek és hűvösek, fagy az év bármely szakaszában bekövetkezhet, a felső talajréteg alatt állandó fagy uralkodik, a csapadék éves mennyisége minden esetben 250 mm alatti, a vegetáció, pedig alacsony cserjékre és sásokra, mohára és zuzmóra korlátozódik.

A sarki vizek a Jeges-tengertől kiindulva a kanadai szigetvilágig terjednek, elérve egészen a Beaufort-tengerig.

## ***A Déli-sarkvidék – a hetedik kontinens***

A Déli-sarkvidék fekvése, természeti viszonyai, hasznosítása alapján egyaránt teljesen más, mint a Föld többi hat kontinense.

A többi földrésztől sok ezer kilométer távolságban, magányosan helyezkedik el Földünk déli pólusa körül. Helyzete megszabja éghajlatát is: a sarkvidék az állandó fagy otthona. Éghajlatát a rendkívül alacsony hőmérséklet (az évi középhőmérséklet (-10 - -60 C), a kevés csapadék (150-200 mm/év) és a földrész fölötti anticiklon felől fújó viharos szél jellemzi.

A Déli-sarkvidék nem tartozik egyetlen államhoz sem.

## ***Antarktisz-Antarktika***

A Déli-sarkvidék idegen neve az Északi-sarkvidék, az Arktisz nevéből érthető meg: Ant-arktisiz, vagyis ellen-Arktisz. Újabban Antarktika néven különböztetik meg magát a kontinenst, és az Antarktisz fogalmába a d. sz. 60-fokáig tartó tengeri területeket is beleértik. E felosztás szerint Antarktika területe 13 millió km<sup>2</sup>, Antarktisz viszont mintegy 50 millió km<sup>2</sup>-re terjed ki.

Az Antarktika területének mindössze 5 %-a jégmentes. A földrész kőzetfelszíne máshol 2-4000 m vastag jégtakaró alatt helyezkedik el. Ha a hatalmas jégtömeg elolvadna, a világtenger szintje emiatt 70-80 m-rel is megemelkedne. Antarktika nyugati része több szigetből áll, amelyeket csak a jégpáncél forraszt egybe Kelet-Antarktika szárazföldjével.

Az összefüggő Kelet-Antarktika ös- és előidei kőzetekből álló ösmasszívum, amely az afrikai peremküszöbökhez hasonló lépcsővel végződik nyugat felé. Nyugat-Antarktikát az Atarktiszi-félszigettől a Ross-tengerig ma is aktív szerkezeti vonal szeli át, amely végeredményben az Andok és Új-Zéland között teremt földtani kapcsolatot.

A d.sz. 75-fokától a Déli-sarkig a felszín szinte kizárólag szárazföld, illetve szilárd jég borítja. Ezzel szemben a 60-65 fok között elterülő övezet 99,7%-án a tenger az úr.

## **Antarktisz szigetvilága**

Az antarktikus világ szigeteken szegény. Itt található az a tengeri pont, amely legtávolabb (2500 km) fekszik mindennemű szárazföldtől.

Antarktisz szigeteit a következőképp csoportosíthatjuk:

1. A Scotia-szigetív, mely az Andok folytatása az Antarktisz-félsziget irányában
2. Az óceáni hátságok szórványszigetei
3. Közvetlenül a kontinens partjainál elhelyezkedő szigetek, melyek részben vulkáni képződmények, másrészt a kontinensről leszakadt darabok.

## **Sarkvidék jellemző fajai**

Sarkvidéknek a Föld sarkkörein belül eső vidéket nevezzük. Az É-i sarkvidék az Arktisz, a D-i az Antarktisz. Azon zónák határkörei, amelyeken belül a Nap cirkumpoláris csillaggá válhat, vagyis legalább egyszer évente még éjfélkor sem kerül a horizont alá. A sarkkör az É- félgömbön a +66 33' -es, a D-i félgömbön a -66 33' -es szélességi körrel azonos. Jellemző a 24 óránál hosszabb, magukon a sarkokon fél éves nappalok ill. éjszakák és fagyos száraz éghajlat. Csapadék túlnyomórészt hó formájában jelenik meg. Nyáron alacsony napállás mellett állandó besugárzás, télen erős, ill. nagyon kemény fagy érzékelhető. A jégkorszak utáni időkben a mai helyükre vándorolt állatfajok jellemzik.

A Sarki övezet hideg sivatag:

- ◆ Jeges öv
- ◆ Fagyott törmelék öve vagy sarki tundra

### **A jeges öv**

A jeges övet a nagy felületen jégborítás (belföldi jég) nyáron nem állandó olvadékvíz barázdák jellemzik. A belföldi jégtakarókból sziklacsúcsok (nuanatatok) nyúlnak ki.

- ◆ Természeti növényzetét csaknem semmiféle növényzet, a partokon moha és zuzmó, a tengerben bőséges plankton jellemzi.
- ◆ Kultúrnövényzet: semmiféle művelés nem lehetséges
- ◆ Vadállatok: jegesmedve, foka, rozmár tartózkodik itt. Helyenként madártelepek. Az Antarktiszon pingvinek, a tengerekben cetek élnek.
- ◆ Háziállatok: nincsenek, mivel a kutatóállomásokon kívül nincs lakott település.

### **Fagyott törmelék öve vagy tundra**

Rövid nyár folyamán széles olvadékvíz-folyók, erős abláció jellemző. A vizek csak 1-2 hónapig jégmentesek. A jégtakaró előterében glaciális formák, terjedelmes olvadékvíz-síkság (sander), krioturbációs fagyott törmelék, poligonális tundra jellemzi. A tartósan fagyott talaj ott jön

létre, ahol az altalaj egész éven átfagyott marad. Ha a szigetelő vegetációs takaró megsérül, a tartósan fagyott talaj ki van téve a napfénynek és elkezd felolvadni, igen komolyan megzavarja a tundra felszín ökológiai egyensúlyát.

- ◆ Természetes növényzete: foltokban párnás növekedésű kőtörőfűvek, sarki fűzek, pimpók, ún. foltos tundra.
- ◆ Kultúrnövényzet: semmiféle művelés nem lehetséges.

## **Északi sark**

Az északi sarki növényzetet igen szegényes, fátlan tundravidék jellemzi, amelyen törpecserjések, örökzöld rétek és tőzegmohalápok uralkodnak. Dél felé haladva ezt erős tundra váltja fel. Előfordulása a sarkkörüi tajga északi szegélyétől egészen az Északi-sarkot körül vevő jég-hómezőkig. Erdős tundra: az altalaj egész éven át fagyott, az évi középhőmérséklet 0 C körül van. Növényzete alhavasi cserje zóna, *alacsony termetű nyírek, fűzek*

### ◆ **törpecserje:**

Fél méternél magasabbra nem növvő cserje

### ◆ **tőzegmohaláp:**

Dagadóláp, sphagnum-láp, sphagniherbosa: hegyvidékeken és hűvös éghajlatú, savanyú talajú területeken a tőzegmoha fajok vízhalmozó képessége következtében csapadékvízzel kialakult láp. Mivel belseje a növényzet növekedése és elhalása következtében egyre vastagodik, felülete domború lesz. Jellemző növényei a *gyapjassásfajok, hangafélék, törpecserjék*. Az elhalt alsó moharétegek lassan átalakulnak tőzeggé, és talaját képezik a következő moha rétegnek. A tőzegmohalápban felhalmozódó sok víz olykor áradatként tör ki és elönti az alacsonyabban fekvő területeket.

Állatvilágára jellemző, hogy a legtöbb emlősállat egész éven át itt lakik, de néhányan közülük, különösen a rénszarvasok, télen délre vándorolnak a madarak közül csaknem valamennyi költöző. Egyes fajok a sarki éj beállta előtt délibb tájakra vándorolnak.

Az Északi-sarkon 51 emlős fajt figyeltek meg. Pl. *jegesmedve, jegesróka, sarknyúl, lemming, taránszarvas*. Délebbre *farkas, hermelin*. Jellegzetes tengeri emlős fajok: *grönlandi bálna, narvál, rozmár, grönlandi fóka*. Értékes prémük miatt meggritkított medve fóka, tengeri vidra. Madárvilága gazdagabb. Főként tengerpartokon élnek tömegesen: *alka, nyilfarkú halfarkas, jeges sirály, jégviharmadár*.

### ◆ **Tundrafarkas**

**Rend: ragadozók, Család: kutyafélék**

*Élőhely:* Az egész Északi sarkvidéken a nagy összefüggő jégfelületek és jégtáblák kivételével.

*Életmód:* Rendes körülmények között kis falkákban élnek. Olyan kis családi kötelékben, amely egy párból, annak kölykeiből és még nem párosodott utódokból áll. A falkát a rangidős alfahím uralja, ebben párja, az alfanőstény csaknem egyenrangú vele.

*Szaporodás:* Ősszel és télen a falka folyamatosan vándorol, de a márciusban történő párzást követően a vemhes nőstény farkas elhagyja a falkát, hogy megfelelő odút keressen. A született kölykök vakok és süketek, teljesen az anyjukra vannak utalva.

*Táplálkozás:* Havasi nyulak, pézsmá tulkok alkotják az étlapot. Ha az egyik farkas az áldozatába harap a többiek a segítségére, mennek, és közösen teperik a földre a megsebzett állatot.

*Fajvédelem.* A tundra farkas az egyetlen alfaj, amely még eredeti elterjedési területének egészén megtalálható.

#### ◆ Jegesmedve

**Rend:** ragadozók, **Család:** medvék

*Életmód:* Az Északi sark környékén mindenütt élnek, de a legtöbb időt mégis a zajló jégtömeg déli peremén töltik. Magányosan élő állat, gyakorlatilag egész évben aktív, és a teljes napot a táplálék felkutatásával tölti. Kitűnő úszók, a víz alatt akár 2 percig is kibírják levegővétel nélkül.

*Szaporodás:* Tavasszal párzanak, a nőtények miután elváltak az utolsó alomtól 3 évente ellenek. A kölykök november-december körül jönnek világra, meztelenek, süketek és vakok. akkorák, mint egy patkány.

*Táplálkozás:* Fő táplálékuk a fóka, jól lehet általában csak fóka zsírt, a bőrt és a belsőégeket eszi meg, a húst nem. A léknél áll lesben, mancsával végzetes csapást mér a fóka vékony koponyájára. Nyár vége felé rozmár és bálna tetemek után kutatnak a partvidéken, ilyenkor szárazföldi emlősöket is esznek.

*Fajvédelem:* Minden országban, ahol jegesmedvék élnek korlátozzák a jegesmedvék vadászatát. Hogy mit tartogat a jövő az Északi sarkvidék védelmében hozott intézkedésektől, függ.

### Déli-sark

A déli sarkvidék a Föld legszélsőségesebb éghajlatú vidéke. Jellegzetesek az óriási, csaknem állandó viharok. A jeges déli sarkvidék növényzete még szegényesebb, csak virágtalan *növények* találhatóak itt. A virágos növények csupán a D-i szélesség 62 -ig hatolnak. Hiányoznak a szárazföldi emlősök, a hullók, a kételtűek, és az édesvízi halak.

A tengeri emlősök közül a *fókák* (*barát fóka, medve fóka, a szigeteken füles fóka*) és a *cetek* (*déli bálna*) élnek itt. Madarak közül jellegzetesek, legnevezetesebbek a *pingvinek* (*császár pingvin, Adélie pingvin*). Megtalálhatók az egyes viharadár fajok: *sirályok, halfarkasok* is.

#### ◆ Császár pingvin

**Rend:** pingvin alkatú, **Család:** pingvinfélék

*Élőhely:* Az Antarktisz úszó jégtábláin, ill. környező tengerekben él, ez az egyetlen madár, amely nem tette lábát szárazföldre.

*Táplálkozás:* kizárólag a tengerből nyeri.

*Fészkelőhelye:* egy jégfal oltalmazó árnyékában, a parttól sok km-rel beljebb. Olyan helyet kell választania, amely a nyár beköszöntével és a fiókák önállóvá válásáig nem olvad el. Néhány madár akár 100 km-t is gyalogol a jégmezők belseje felé

*Szaporodás:* Az udvarlás márciusban kezdődik. Május-július között, téli éjszakában rakják le egyetlen tojásukat. A szülők nem építenek fészket, hiszen itt nincs erre alkalmas építőanyag. A tojást úgy védik a hideg ellen, hogy lábukon melengetik. Valahányszor a szülők átadják egymásnak a tojást, csőrüket lehajtva kiáltanak. Ez szinte rituális szertartás náluk. A hím 40-50 napig kotlik a tojásokon, amelyet a -40 C-s hidegben hasárol alácsüngő költőredőjében védelmez. A kotló hímek szorosan egymáshoz simulnak, hogy így tartsák a meleget. Ilyenkor 6000 madár is összehúzódnak. A tojó röviddel a fióka kibújása előtt érkezik vissza. Átvesszi tojást, majd a kibújt fiókat kb. 40 napig melengeti. A kimerült hím, amely ekkorra a testsúlyának kb. felét elvesztette végre táplálék után nézhet. Amint a fióka elég nagy ahhoz, hogy magára hagyják, társaival együtt egyfajta óvodába kerül, szülei pedig vadászni mennek.

*Fajvédelem:* Nincs sok természetes ellensége és olyan környezetben él, amelyet csak kevés más faj visel el. A sarki tengerek további szennyezése veszélyezteti a faj megmaradását.

#### ◆ Kékbálna

**Rend: cetek, Család: barázdás bálna**

*Életmód:* Mint többi tengeri emlős a kék bálna is eredetileg szárazföldi emlősöktől származik. Évmilliókkal ezelőtt valószínűleg a gazdag élelemkínálat a tengerbe csalogatta, ennek következtében testfelépítése fokozatosan megváltozott. Előfordulása a planktonokban gazdag tengeri részeken. Az e vidékeken beálló téli jégképződés minden évben arra kényszeríti a kék bálnákat, hogy meleg trópusi vizekre vándoroljanak, ahol azonban kellő mennyiségű plankton hiányában koplalni kényszerülnek.

*Táplálkozás:* Az Antarktisz vidékén kizárólag lebegő rákokat esznek.

*Szaporodás:* A párzás a meleg trópusi vizekben történik, itt születnek az utódok is. Hidegebb vizekben nem tudnának életben maradni, mivel vékony rétegű szigetelő bálnaszírral rendelkeznek.

*Fajvédelem.* 1986. óta jelentősen csökkent a kereskedelmi célú bálnavadászatok száma és már mutatkoznak is a létszámnövekedés első jelei. Ennek ellenére egy egész évszázadig tartó védelemre lesz szüksége ahhoz, hogy megszűnjön a kihalás veszélye.

## Tápláléklánc a sarki tundrán

A tápláléklánc csúcán a jegesmedvék állnak, amik sarki rókát, halfarkasokat és lemmingeket esznek. A lemmingek a sarki róka legfontosabb zsákmányállatai, a sólyom-halfarkasok tojásaihoz és a fiókáihoz hasonlóan. A sólyom-halfarkasok rabló életmódot folytatnak, és más madaraktól ragadják el a zsákmányt, de maguk is vadásznak lemmingekre. A lemmingek a legfontosabb zsákmány állatok a tundrán.

Jegesmedve  
Sarki róka, sólyom-halfarkasok  
Lemmingek  
Tojások, fiókák

## Sarkvidéket érintő sajátos problémák

A sarkvidéket érintő probléma forrása egyrészt a sarkvidéken másrészt a sarkvidéktől távol akár több ezer kilométerre is keletkezhet. A probléma nagyságát tekintve lehet helyi méretű, azaz lokális, ez csak a sarkvidéken vagy a sarkvidéki terület egy részén jelent zavart a természetben. Ha azonban a sarkvidéken jelentkező probléma nem csak a sarki terület határain belül, hanem azon kívül is, kifejti nem kívánt hatásait a probléma globális méreteket is, ölthet. A helyileg kialakult környezetszennyezések még visszafordíthatók, ha a szennyezést okozó forrást esetleg a természetet ért beavatkozást felleljük, amely a problémát okozta. A globális problémák többnyire olyan környezetszennyezések összessége, amelyet modern világunk okoz. Fontos kérdés az, hogy ezt összetett folyamat vajon visszafordítható-e, pusztán, azzal hogy a kiváltó szennyezéseket megszüntetjük? Egyes vélemények szerint a globális problémákat a kiváltó okokat nem elég már megszüntetni, a túlzottan pesszimista véleményezések szerint irreverzibilis és rövid ideig tartó változással néz az emberiség szembe.

## **Lokális problémák**

### **A technika hatása a sarkvidékre**

A helyileg jelenlevő ember által okozott beavatkozások nem csak a szárazföldet de a sarki vizeket is komoly mértékben érinti. A szárazföldön jelentkező probléma inkább a sarkvidékek speciális tulajdonsága miatt jelent kihívást, ugyanis a tartósan hideg és meglehetősen zord időjárás nem kedvez egyes organikus vegyületeket lebontó baktériumok megjelenésének, illetve szaporodásának. Természetesen ezt a sarkvidék kis mértékben tolerálta, például az elpusztult állatokat, nem egy húsevő fogyasztotta el, akkor a jelenlevő kevés baktérium hosszabb idő elteltével lebontotta. A probléma jelentősége azonban abban rejlik, hogy a sarkvidékek északi és déli határa az ember számára kitolódik, így nagymértékben halmozzuk magunk mögött fel a szemetet. A szemét nagy részét ez az ökológiai rendszer nem képes lebontani, esetleg nem olyan gyorsan, mint ahogy szükséges lenne. Tehát a nem is olyan régen tiszta és hófehér területeken már felhalmozódtak a szemétkupacok. A másik ide kapcsolódó probléma a ragadózó állatok jelentik, ugyanis már nem a vadászatot válasszák eleségszerzés egy alternatívája ként, hanem a lényegesen könnyebben megszerezhető tápanyagforrásokat keresnek, pontosan ilyenek ezek a szeméthalmok melyeket rendszeresen látogatnak. Ez durva beavatkozásnak számíthat a természetbe, hiszen ez a probléma már jelen van a többi földrészen is, gondoljunk csak a vörös rókára.

Bányászatnak szintén meghatározó szerepe van a sarkvidékek természetes élővilágának megváltozásában. A sarki jegek alatt viszonylag igen jó minőségű, ritka ásványkincsek találhatunk. Az ásványok szinte meddő mentesek, vagyis az ásvány könnyen leválasztható arról a közetről, amelyben volt. Fontosabb ásványkincsek: kőolaj, földgáz, nehéz fém ércek, higany, arany, ezüst, szén stb. A bányászat járulékosan, levegő és vízszennyezéshez, állatok élőhelyek megsemmisítéséhez, a domborzati viszonyokat megváltozásához vezet. A nyersanyagokat feldolgozó üzemek járművei gyakran az állatok vándorlási útvonalait keresztezik. A kőolaj és földgáz vezetékek több száz vagy ezer kilométer hosszúak is lehetnek, gyakran fontos vándorlási útvonalat kereszteznek. Természetesen ez nagymértékben megzavarja a vándorló állat csoportosulásokat. E problémát azonban lehet kezelni ha a vándorlási utakat keresztező vezetékeket a megfelelő helyen a földbe süllyesztjük vagy esetleg megemeljük egy megfelelő szakaszon. Ezáltal a rénszarvasok és a karibuk valamint egyéb vándorló állatok szabadon közlekedhetnek.

Sarkvidéki tengereken keletkező helyi problémák szintén igen súlyosak, de a szárazföldtől eltérően talán összetettebbek, mert a tengerek élővilága nem csak egy síkon, hanem egy teljes mélységében érintett. A halászat hatása mára már megritkította az őshonos fajokat. A modern halászat oly mértékű károsodást eredményezett a halállományokba, amelyek halfajoktól függően akár évtizedek alatt állhat csak helyre. A tengerek nagymértékű szennyezése kétségtelenül a tengeri állatokban is kimutatható. Sajnos egyre több tengeri állat születik súlyos betegséggel, fejlődési rendellenességgel és a viszonylag egészséges állatok immunrendszere is károsodik a szennyező anyagok miatt, így olyan vírusok ellen is védtelenek lesznek az melyeket eddig szervezetük legyőzött. Erre jó példa egy 1988 eset, amely az északi tengerben élő kúpos fókákkal történt. 18000 fóka pusztult el egyfajta szopornyica vírusfertőzés miatt. Az állatokat a tudósok megvizsgálták és olyan veszélyes mérgező vegyületeket találtak a szervezetükben mely csak gyárakból, származhattak. Sajnos feltételezhető hogy a szennyezőanyagok és az immunrendszer legyengülése között párhuzam van, még szomorúbb, az hogy a szennyező anyagok 70%-a folyókon keresztül jutott a tengerekbe. Természetesen, ha abból indulunk ki, hogy a fókákban kimutatott szennyezőanyagok a folyókon keresztül jutottak az Északi-tengerbe akkor jogosan feltételezzük azt, hogy ez a többi tenger élővilágában is bekövetkezhet, azaz probléma az egész Földet érinti. A tengereket ért szennyezések csökkentésére nemzetközi összefogás jött létre. Ez az összefogás elvileg garantálná, hogy a tengervízbe kerülő szerves iszapok és a mérgező anyagok mennyisége jelentős mértékben csökkenjen, ám a gyakorlatban az elvárt értékek még mindig nagyon magas koncentrációt mutatnak. A jelenlegi magas koncentráció magyarázat, hogy a tengeri élővilágból és a vízből nagyon lassan ürülnek ki a nem kívánt szennyezők, másrészt mivel a gyárak ilyen

nagymértékben fejlődnek a kibocsátott szennyezőanyagok mennyisége relatívan magas fog maradni.

## **Globális problémák**

### **Az ózonlyuk és a globális felmelegedés hatása a sarkvidékekre**

Napjainkban két jelenségre figyelt fel a tudomány, amelyek ok-okozati összefüggést már ismerjük, ám a jövőre gyakorolt hatásukat csak feltételezzük. A globális felmelegedést minden bizonnyal a légkörben lévő nagyon magas és jelenleg is növekvő koncentrációjú széndioxid okozza. E magas koncentrációjú széndioxid a szénhidrogének és azokból nyert egyéb energiahordozók elégetésével került a levegőbe. Ezt ma már igyekezzünk a korszerű technikával csökkenteni. Ilyen technikai megoldások a járműveknél az egyre tökéletesebb égést biztosító modern erőforrások és a káros anyag kibocsátást csökkentő részecske szűrők (katalizátor). Gyárak esetében a kéményeken kiáramló füstöket már korszerű szűrőberendezésekkel által tisztítjuk. Ezek alkalmazása mellett sajnos egyre nagyobb mértékben növekszik a járművek és a gyárak száma ezért hiába a törekvés a széndioxid koncentrációja még is tovább, növekszik. A széndioxid köztudottan okozza az üvegházhatást, azaz a Naptól a Földre érkező rövidhullámok akadálytalanul érkeznek a földi légkörön keresztül a földfelszínére. A felszín a rövid hullámok, elnyeli, ezáltal felmelegszik. Ha már felmelegedett az elnyelt energiát hosszabb hullámban sugározza ki a felszín. A hosszabb hullámokat a légkörbe lévő gázok molekulái elnyelik vagy visszaverik a felszín felé. A hosszúhullámú sugarak tovább maradnak e folyamat során a légkörben és azt így hamar és tartósan felmelegíti. Minél nagyobb a légkörben lévő gázok koncentrációja annál hosszabb ideig maradnak e hullámok a légrétegekben és annál nagyobb mértékben melegítik azt fel. A légkör felmelegedése a földfelszín hőmérsékletét így a vizek hőmérsékletét is megemeli. Az üvegházhatás tehát eltolja a Föld hőmérsékleti egyensúlyát és megemeli a Föld átlag hőmérsékletét. Az üvegházhatás globális felmelegedést eredményez, ez a hatás a sarki területeket érinti első sorban. A globális felmelegedés következményei:

- A felmelegedés közvetlen bizonyítéka hogy az északi rész átlaghőmérséklete az elmúlt 50 évvel korábbihoz képest 3-4°C nőtt, ez a jelentős különbség 2100-re pedig 6-7°C.
- A magasabb hőmérséklet hatására a vastag jég egyre inkább elvékonyodik, a jég területe csökken oly mértékben, hogy 2050-re már a sarki jégterületeknek a fele a századvégére akár teljesen mértékben eltűnhet.
- A jégtakaró fogyása miatt az élőlények élőhelyei zsugorodnak, a jég teljes felolvadásával a sarkvidékeken élő őshonos állatok és növények kipusztulnak.
- E folyamat a sarkon élő embereket is érinti. A jég eltűnésével kultúrák tűnhetnek el végleg a föld felszínéről.
- A jégtakaró elolvadásával a permafrostnak nevezett fagyott föld felenged és mezőgazdasági művelésre alkalmas lesz, és az ez alatt rejlő ásványkincsekhez könnyebben hozzáférhetővé válik.
- A sarki jég felolvadása a tengerszintet akár 4-7 méterrel is megemelheti.
- Nagy mennyiségű édesvíz, amely a jégből származik megváltoztatja a Föld dinamikus rendszereit, azaz óceáni áramlatok, időjárás rendszerek változása is bekövetkezhet

Az éghajlatváltozással foglalkozó kormányközi bizottság szerint, ha idejében átállunk a megújuló energiaforrásokra és a fosszilis tüzelőanyagok felhasználását drasztikus mértékben csökkentjük, akkor 2050-re a levegő széndioxid tartalma is csökkenni, kezd, az azonban ne tudni hogy a felmelegedési tendencia mikorra érhet véget (becslések szerint évtizedekig tartó folyamat lesz mire teljesen megszűnik).

1997-ben megszületett kiotói egyezmény is a széndioxid kibocsátásának csökkentésére irányuló elveket fogalmaz meg.

A légkör szennyezésének egy másik hatása az ózonlyuk. Az ózonlyuk tulajdonképpen nem valós lyuk a sztratoszféra felsőrézén, hanem olyan térrész, amelyben az ózon megritkult, elvékonyodott. Az ózon 20-25 km magasságban helyezkedik el a határon az oxigénből (O<sub>2</sub>) ózon (O<sub>3</sub>) lesz. Az ózon köztudottan háromatomos molekula, a légköri gázok mintegy milliommód részét alkotja. Fontos szerepe azonban hogy összefüggő burkot alkotta a Föld körül és kiszűri a naptól érkező ultraibolya sugárzás jelentős részét főként UV-B és UV-C sugárzást. Az ultraibolya sugárzás hatást gyakorol a tengerekben élő fitoplanktonok szaporodására, a szárazföldön pedig az állatok bőrében, szemében okoz súlyos és maradandó elváltozásokat. A magas UV sugárzás az immunrendszert is legyengítheti. Tehát mondhatjuk, az hogy az ózon bár mérgező gáz mégis létfontosságú a földi élet számára. Az ózonlyukakat valószínűleg egyes nitrogén és kén vegyületek is létrehozzák, de az ózont legpusztítóbban a klór vegyületek támadják meg. Az 1920-as években fedezték fel a vegyészek az úgynevezett CFC gázokat (klór-flourkarkonát). Ez a vegyület hatékony oldószernek bizonyult és alkalmassá vált a hűtőrendszerek majd a légkondicionáló rendszerek hűtőanyagának. Nagyon stabil molekulát alkot ez a gáz, és még az esővíz sem képes feloldani. Az első ózonlyukat az Antarktisz fel lett fedezték fel 1983-ban, ám az élővilágra gyakorolt hatására csak később derült fény.

Ismét nemzetközi összefogásra volt szükség a probléma hatékony kezelésére. 1987-ben több fejlett ipari ország írta alá a montreali egyezményt melyben kötelezték magukat hogy a CFC gázok kibocsátását csökkenti és későbbiekben CFC gázokat ózonbarát vegyületekkel helyettesítik 1996-ra. 1990-ben újabb egyezmény született mely 10 évvel későbbre tolt ki a montreali egyezménybe foglaltakat, hogy nemcsak CFC termelés csökkentsék, hanem az ózonbarát gázokat a gyártásban alkalmazzák. A sikeres összefogást követően mára a légkörben lévő CFC mennyisége nem nőtt tovább és minden bizonnyal csökkenő tendenciát mutat, mégis jelentkezett egy újabb probléma. Sajnos nem tudni, hogy az ózonlyuk mikorra regenerálódik mivel a CFC gázok légkörben maradási ideje igen nagy és ezen idő alatt még reakció képességüket sem veszítik el. Az CFC-11 hajtógáz, amelyet az aeroszolok működtetésére használnak 45 évig, a hűtők és légkondicionálók működéséhez szükséges CFC-115 gázok akár 500 évig is a légkörben maradnak, és nagy reakcióképességgel rendelkeznek. A jelenlegi mérések biztatóak a tudósok számára mivel azt mutatják, hogy 2050-re az ózonlyuk jelentősebb mértékben fog szűkülni. A Föld és ezáltal a sarkvidékek jövője is attól függően fog megváltozni, hogy az emberiség hogyan viszonyul a környezeti problémákhoz és a környezetszennyezést mekkora mértékben fogja öntudatosan csökkenteni. A jövő nagy kérdése, az hogy a Földet veszélyeztetőt problémákat felismertük de vajon képesek leszünk-e ezt idejében megfelelően kezelni.

## Forrásjegyzék

### **Az előadáshoz felhasznált Internetes források**

<http://www.origo.hu/tudomany/fold/20041123eszakisarkvidek.html>

<http://www.energiaklub.hu/?szekcio=hirek&hir=h-20041205402810-233&lang=hu>

<http://ma.hu/page/cikk/aj/0/111864/1>

<http://www.zoldfelulet.hu/hirek.php?id=580>

<http://www.xn--nz-bja13b.hu/termtud/olvado.htm>

<http://www.zoobudapest.com/konyvtar/fajlista/jegesmedve/>

<http://www.kfki.hu/~cheminfo/TermVil/szamok/tv2005/tv0511/gotz.html>

**Könyvek:**

Uránia: Állatvilág: Emlősök. Gondolat kiadó 1973.

James F. Luhr: Földünk. Diákkönyv kiadó 2004.

Marco Nazzari: Az északi sark. Alexandra kiadó 2003.