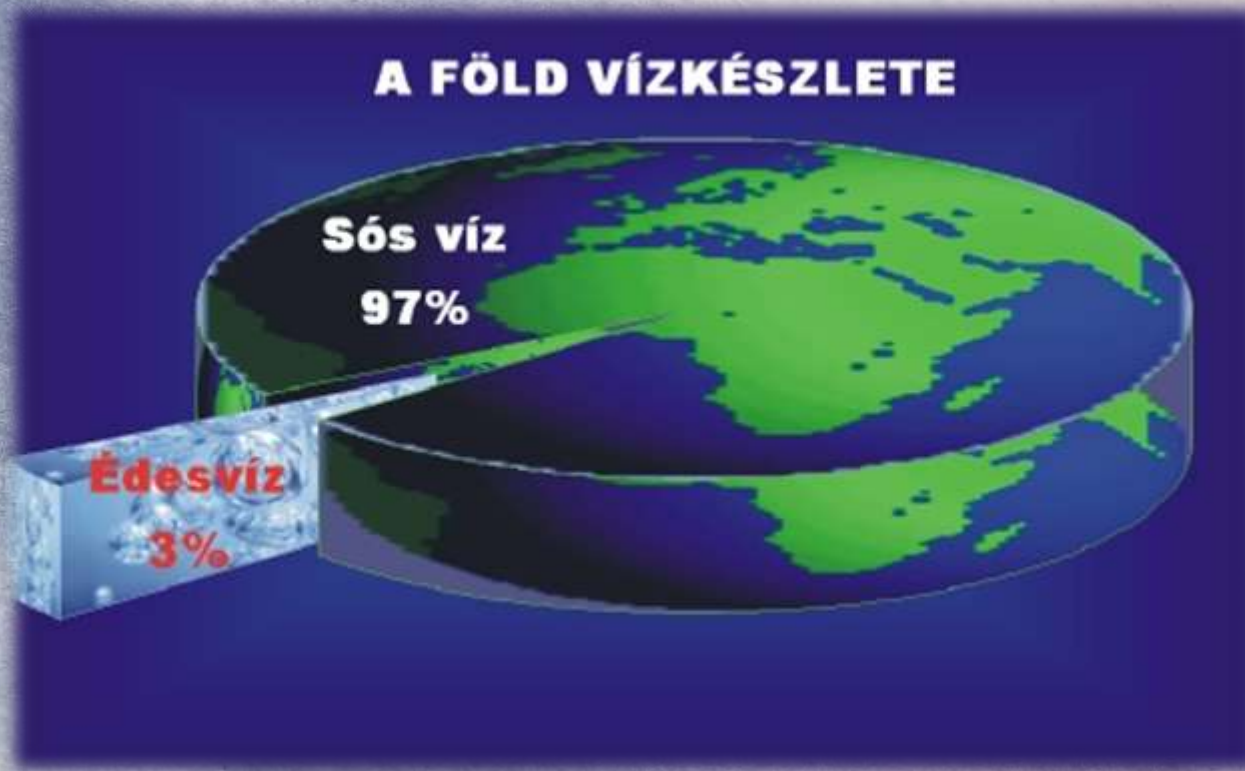
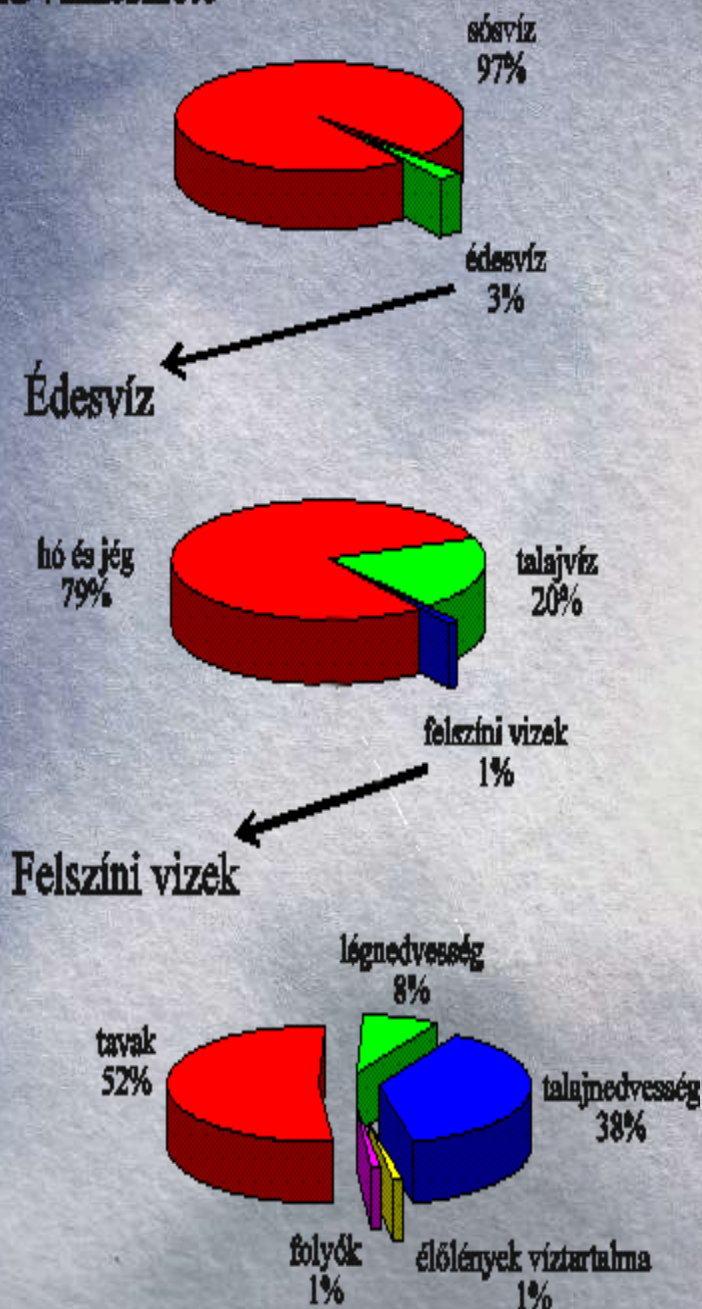


**A globális klímaváltozás
lehetséges hatásai
a Föld vízháztartására
és hazánk vízügyi helyzetére**

A víz (H_2O) az egyik legfontosabb anyag a Földön. Az élethez is nélkülözhetetlen. A földi vízkészlet döntő többsége a világtengerben hullámszik, az édesvízkészlet 90%-a pedig a hó- és jégtakarókban van



A Föld vízkészlete



Mai ismereteink szerint folyékony halmazállapotban csak bolygónkon fordul elő a Naprendszerben. A földi vízkészlet meteorok anyagából, illetve bolygónk belső anyagainak kipárolgása révén keletkezhetett. Az őslégréstől lecsapódva felgyűlt a felszín mélyedéseiben, és ott folyékony állapotban tartósan megmaradt.

A Föld vízkészletén két dolgot érthetünk. A litoszférában rejlő víz a felszíni vízkészlet 15–50%-a lehet. A felszíni vízkészlet jól ismert: 1 384 000 000 km³-es víztömeg.

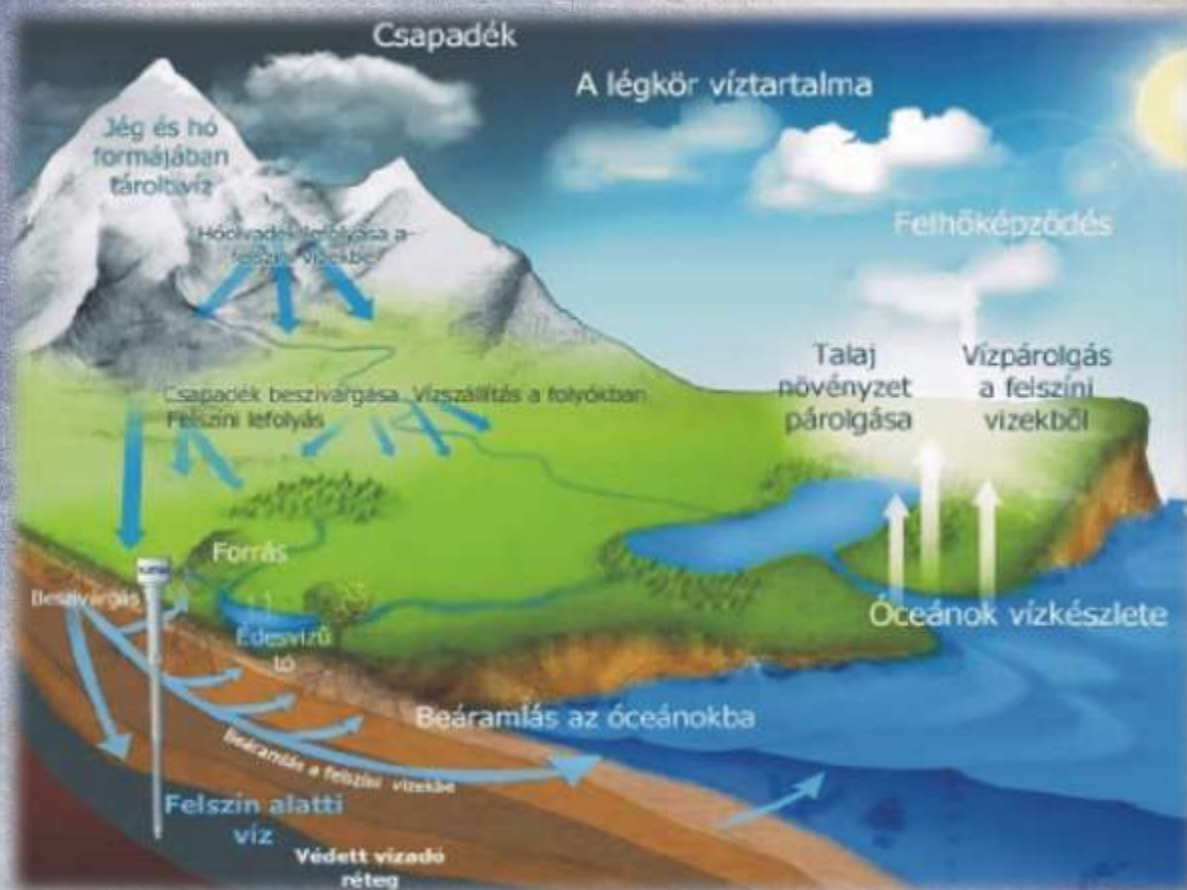
Megoszlása a következő:

- óceánok és tengerek (világtenger): 97,4%;
- magashegységi és sarkvidéki jégkészletek: 2%;
- a felszín alatt 4000 méterig előforduló szabad vizek (talajvíz, rétegvíz stb.): 0,58%;
- folyók, tavak, légtér, élőlények: 0,02%.

Látható, hogy a földi vízkészlet döntő többsége a világtengerben hullámozik, az édesvízkészlet 90%-a pedig a hó- és jégtakarókban van. A víznek elenyésző része a felszín alatti, és csupán néhány ezreléke a felszín feletti, tavakban és folyókban lévő édesvíz. E két utóbbi mennyiség biztosítja az életet a Földön. Az ENSZ szakértői szerint évszázadunk végére az ivóvíz drágább lehet az aranynál.

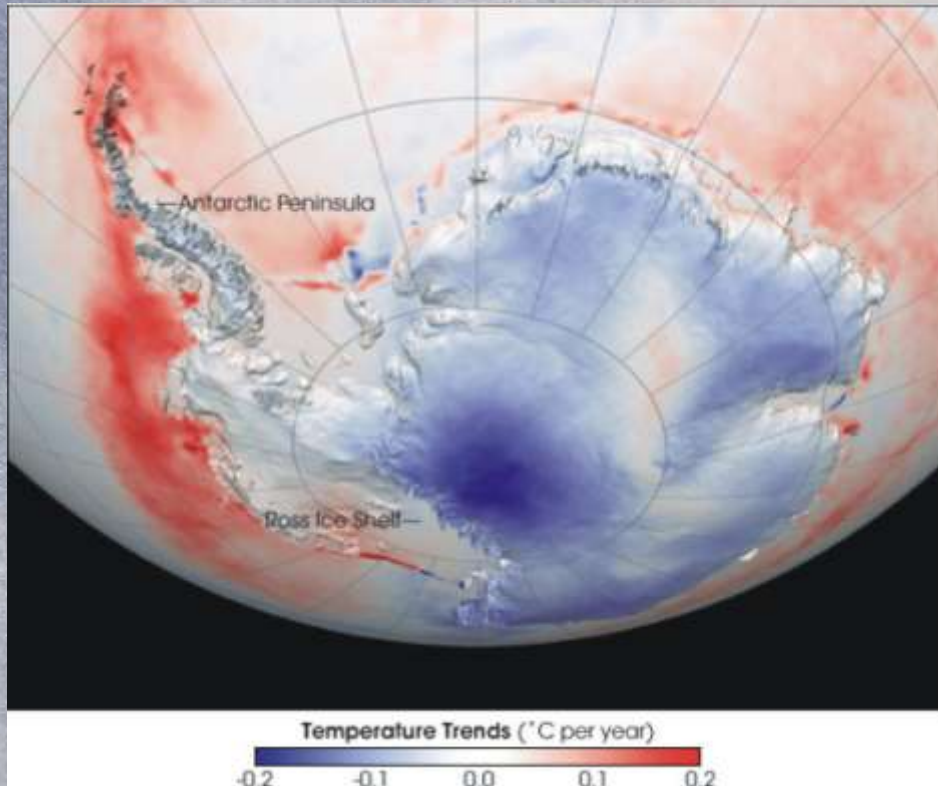
A megdöbbentő előrejelzésnek valós alapjai vannak. Az élet fenntartásához nélkülözhetetlen édesvíz sok helyütt már ma is kevés az ott élők számára. A meglévő vízkészletre pedig egyre több embernek van szüksége.

A víz folyamatos körforgásban vesz részt a Földön. Rövid távú veszélyt jelent a vízkészletek elszennyezése; ennél hosszabb, de annál jelentősebb változásokat okozhat a globális klímaváltozás



- **A napsugárzás következtében a tengerek, tavak és folyók vize párolog, felszáll a légkörbe, majd lehűl, és csapadék formájában visszahullik a földre. A víz beszivárog a talajba, a kőzetekbe, és hosszabb-rövidebb időt tölt el a felszín alatt. Ásványi anyagokkal gazdagodva természetes forrásként, vagy fúrt kutakon keresztül jut ismét a felszínre, ahol folyókat, tavakat táplál, és végül közvetve vagy közvetlenül visszakerül a világtengerbe. Hosszabb-rövidebb zsákutcát a felszín alatti vizek, végtavak és a belföldi jégtakarók jelentenek számára; töredéke rendszeresen áthalad az egész bioszférán is.**
- **A vízkészletek elszennyezése mellett nehezebben követhető, de jelentősebb változásokat okozhat a globális klímaváltozás, ami vízkészlet eloszlását, a vízzel kapcsolatos időjárási-éghajlati jelenségeket módosítja. Az egyre magasabb átlaghőmérséklet miatt zsugorodik a Föld hó- és jégtakarója, az örök fagy vidéke, az olvadás pedig a tengerszint fokozatos emelkedését eredményezi. Az ENSZ Klímaváltozási Bizottsága szerint 2100-ra a levegő hőmérséklete átlagosan 1,1–6,4 Celsius-fokkal nőhet meg, a világtenger szintje pedig a 2000-es értékhez képest 0,18–0,6 méterrel kerül majd feljebb.**

A jégtakaró olvadása miatt emelkedik a tengerszint. Ha Grönland összes jége elolvadna, 6 méterrel nőne a tengerszint: Floridát és Hollandiát elöntené a tenger, Pekingből 20, Sanghajból 40, Kalkutta-Banglades területéről 60 millió embert kellene evakuálni



Az Antarktisz vidékének
hőmérséklet-változásai

A jégtaaró olvadása emelkedi a tengerek vízszintjét: egyrészt a melegebb tengervíznek nagyobb a térfogata, másrészt a belföldi jégtaaró is a tengerbe olvad. A vízszintemelkedés elsősorban a kis szigetországokat és az alacsony tengerparti területeket érinti. Az éghajlat-modellezés egyik vezető intézménye, a Hadley Központ szerint 2080-ig 40 cm-rel fog emelkedni a tengerszint, ha nem sikerül korlátozni az üvegházgázok emisszióját. Ekkor már 94 millió embert fenyegetnének évenkénti áradások. Ez a legsúlyosabban D- és DK-Ázsia tengerparti területeit érintené, ahol jelentősek a szökőárak hatásai.

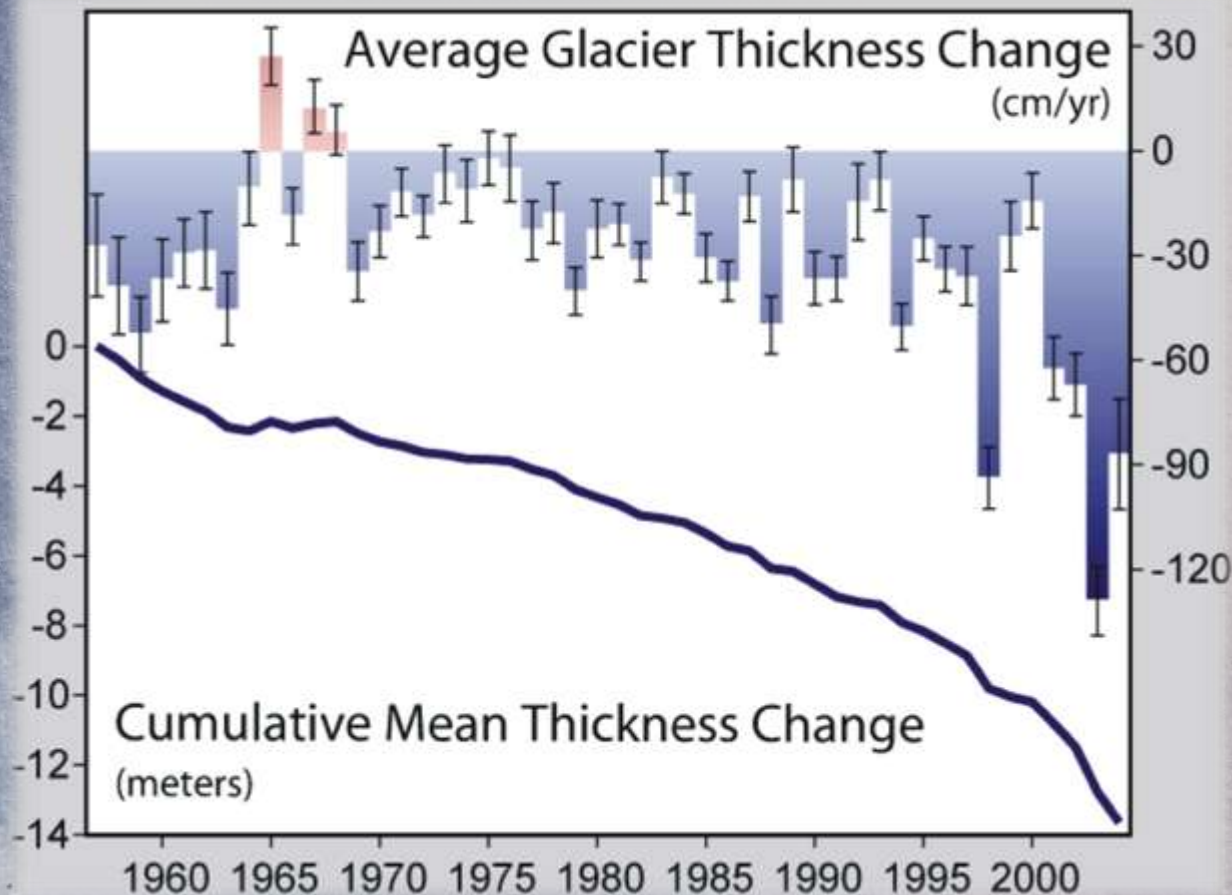


Ha Grönland összes jége elolvadna, 6 méterrel nőne meg az átlagos tengerszint: Floridát és Hollandiát előntené a tenger, Pekingből 20, Sanghajból 40, Kalkutta és Banglades területéről 60 millió embert kellene kiköltöztetni. Az antarktiszi jég elolvadásával újabb 61 méterrel nőne meg a tenger szintje. Az ENSZ szerint a csendes-óceáni Tarawa-atollt már most evakuálni kell.



Az Óceániához tartozó Tuvalu Hawaii és Ausztrália között, a Csendes-óceánban fekszik, négy szigetből és öt korallzátonyból áll. A klímaváltozás következtében évtizedeken belül ellepheti a víz – csakúgy, mint Kiribatit, valamint a Maldív- és a Marshall-szigeteket. A tudósok szerint a víz évente öt-hat millimétert emelkedik, így a mindössze pár méterrel az óceán szintje fölé emelkedő szigetcsoport 25 év múlva lakhatatlanná válik, ötven év múlva pedig teljesen eltűnik.

A globális felmelegedés következtében a gleccserek is visszahúzódnak, sőt eltűnnek, ami rengeteg ember ivóvízellátását veszélyezteti



A gleccserek „vékonyodásának” világtendenciái

A globális felmelegedés következtében a gleccserek is visszahúzódnak, mivel nyáron több jég olvad el, mint amennyi télen újrafagy. Rohamos olvadásnak indult számos nagy gleccser, pl. az Upsala- (Patagónia), a Muir-, a McCall- (Alaszka), a Place- (Kanada), a Centralnij Tujujszuzski- (Kazakhsztán), a Midre Lovenbreen-, az Austre Broeggerbreen- (Norvégia) és a South Cascade-gleccser (USA). 2007-re csupán 27 gleccser maradt abból a 150-ből, amit 1900 táján jegyeztek fel. A gleccserek 90%-a tehát elolvadt.

Az ENSZ tanulmánya szerint a Himalája gleccsereinek zsugorodása gyorsabb az átlagosnál, ami emberek százmillióira lehet katasztrofális hatással, mivel hét nagy folyót táplál ez a jég és így a világnépesség 40%-a számára biztosít ivóvizet.

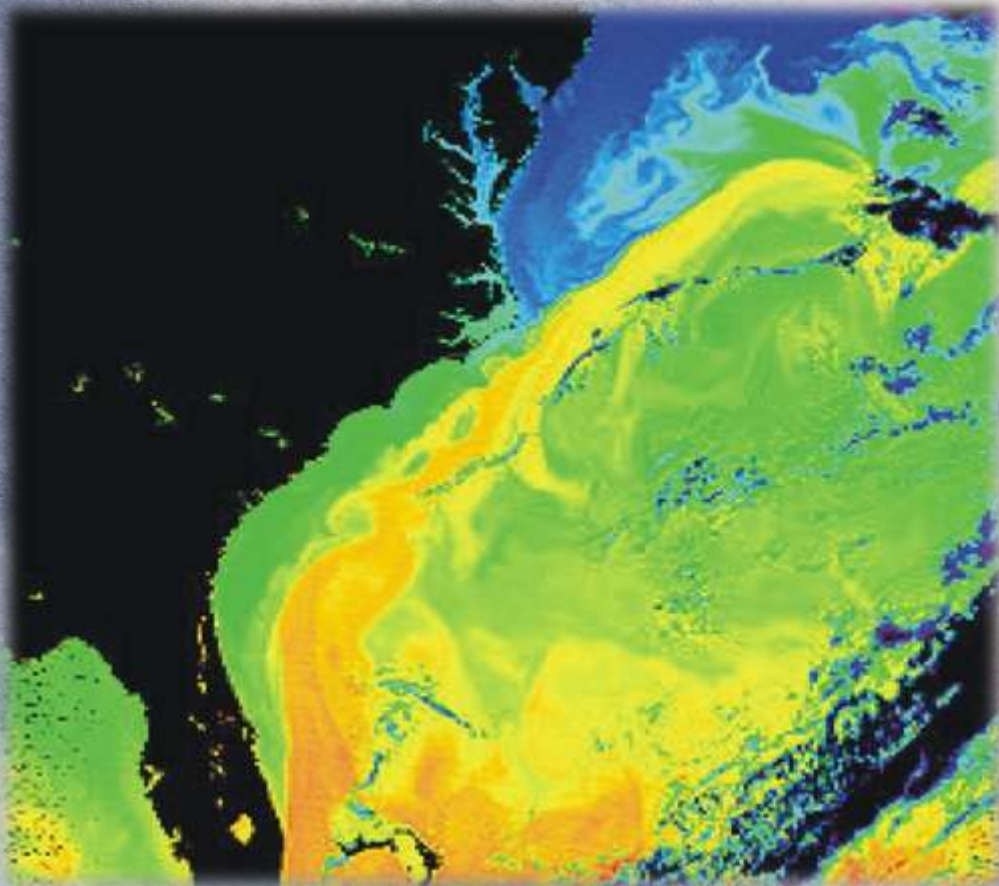


Ha 5 °C-ot emelkedik bolygónk hőmérséklete, akkor felolvad a föld alatti jégtakaró Szibériában. A belőle felszabaduló metán felerősítené az üvegházhatást is



Ha 5 °C-ot sikerül emelni a bolygó hőmérsékletén, akkor felolvad az összefüggő jégtakaró Szibériában. Az ott található jég 10%-ban metánt tartalmaz, mert a vízmolekulák csapdába zárják a metánmolekulákat. Ha mindez felszabadul (a jelenség Nyugat-Szibériában már zajlik), akkor 450 milliárd tonna metán jut a légkörbe, ami olyan, mintha 23-szor annyi CO₂ jutna ki: mintha csak a CO₂ sűrűsége hirtelen ötödével nőne.

A globális felmelegedés okozta jégolvadás miatt hatalmas tömegű édesvíz kerülhet az Atlanti-óceánba, s emiatt akár meg is szűnhet a Golf-áramlás. Ettől aztán több mint 10 °C-ot csökkenhet Észak-Európa téli középhőmérséklete



A Golf „hőárama” Florida partjánál (narancs szín a hőfotón)



A jégolvadás hatalmas tömegű édesvize miatt irányt változtathat, lelassulhat, vagy akár meg is szűnhet a Golf-áramlás. Emiatt több mint 10 °C-ot is csökkenhet Észak-Európa téli középhőmérséklete. A Golf-áramlást a Grönlandi-tenger vizeiben végbemenő folyamat tartja mozgásban. Amikor a tenger kezd megfagyni, a folyékonyan maradó víz sótartalma és sűrűsége megnő, így lesüllyed a tengerfenékre, majd a Déli-sark irányába „indul”, lehetővé téve a meleg víztömegek vonulását a sarkvidék felé. A Golf- (és Észak-Atlanti-) áramlat jelentősen befolyásolja azon területek éghajlatát, ahol elhalad. Vize melegebbé teszi Nyugat-Európa éghajlatát és az észak-európai teleket, amelyek januárban most akár 30 °C-kal is melegebbek, mint a hasonló észak-kanadai területek. Ha több édesvíz jut a tengerbe, leállhat a sűrűbb víztömegek süllyedése, gyengülhet a Golf-áramlat. Egyesek szerint a Golf délebbre tolódása a következő évtizedekben már éreztetni fogja a hatását, a nagy lehűlés pedig 200 év alatt következhet be.



Szén-dioxid-kibocsátásunk
harmadát a tengerek nyelik
el, amelyek ettől savasabbá
válnak. Ilyen közegben az
állatok kevésbé tudják a
vázukat előállítani, és a
korallak hajlamosak
szimbióta algáikat kilökni –
ez a korall-fehéredés
jelensége. Mindez a tengeri
ökológia felborulásához
vezethet



Az antropogén szén-dioxid-kibocsátás harmadát a tengerek nyelik el. Mivel a melegebb vízben a szén-dioxid rosszabbul oldódik, ezért a hidegebb tengerek kémhatása gyorsabban változik. A savas vízből a vázképző állatok nem tudják kiválasztani a szükséges karbonátokat. Becslések szerint az antarktiszi korallak vázképző képességének csökkenése 50 éven belül az 50%-ot is elérheti. A számos hal- és bálnafaj táplálékául szolgáló parányi csigák is könnyen a savasodás áldozatává válhatnak.

Az óceánok savasodása mellett felmelegedésük is jelentős változásokat okoz. A korallak a vízhőmérséklet emelkedésének hatására kilökik szervezetükből a velük együtt élő algákat; a jelenség *fehéredés* néven ismert. „*A korallak fakulása a globális felmelegedés bizonyítéka*” – állítja Edwin A. Hernández-Delgado biológus. A világ korallállományának harmada már elpusztult. 1998-ban a világ korallzátonyainak 16%-a halt el.

**A klímaváltozás eltüntetheti az emberiség számára is
fontos tavakat a szárazabb területeken**





A Föld negyedik (Aral-tó) és hatodik (Csád-tó) legnagyobb édesvizű tava a kiszáradás közelébe került. Ugyanerre a sorsra jutott a Gairdner- és a Mackay-tó is. Az időszakos állóvizek egyre nagyobb hányada szárad ki (például a Poopói-tó). A kiszáradás oka lehet helytelen vízgazdálkodás is (pl. a mezőgazdaság túlzott öntözési igényei) de az üvegházhatású gázok kibocsátása miatti globális klímaváltozás ugyancsak.

El Niño-jelenségnek nevezik azokat az időjárási rendellenességeket, amelyek Amerikában viharokat és áradást, DK-Ázsiában aszályokat idéznek elő. A kutatók szerint az El Niño hatásait a klímaváltozás felerősítheti



A jelenség akkor keletkezik, amikor feltűnik a Csendes-óceánban egy Ny-K-i meleg áramlat, amely elnyomja a hideg Humboldt-áramlást. A rend-ellenes áramlás hatására fellépő légköri jelenségek okozzák a szélsőségesen meleg időjárást szerte a világon. Ez az esemény 3-7 évenként ismétlődik. Egyes feltételezések szerint a globális hőmérséklet-növekedés hatására az El Niño sokkal rövidebb ciklusokban fog visszatérni. A jelenség okozta pusztítást az egyéb ökológiai károsodás és a szegénység is súlyosbíthatja. Példa erre a Mitch-hurrikán, amely Hondurasban és Nicaraguában 1998 októberében 11 ezer ember halálát okozta.

A Föld természeti és kulturális javait is fenyegeti a szélsőséges időjárás.

A klímaváltozás hatásai következtében sok látványosság, világörökség jövője válhat bizonytalanná



A jelenség nem került el az ENSZ kulturális és tudományos szervezete, az UNESCO figyelmét sem, amely az emberiség több száz épített és természeti szépségét tartja nyilván a világörökség részeként. Legutóbbi, 2007 nyarán kiadott tanulmányai részletesen foglalkoznak az időjárás-változás által leginkább veszélyeztetett helyekkel.

Lássunk most ezekből egy csokorra valót.

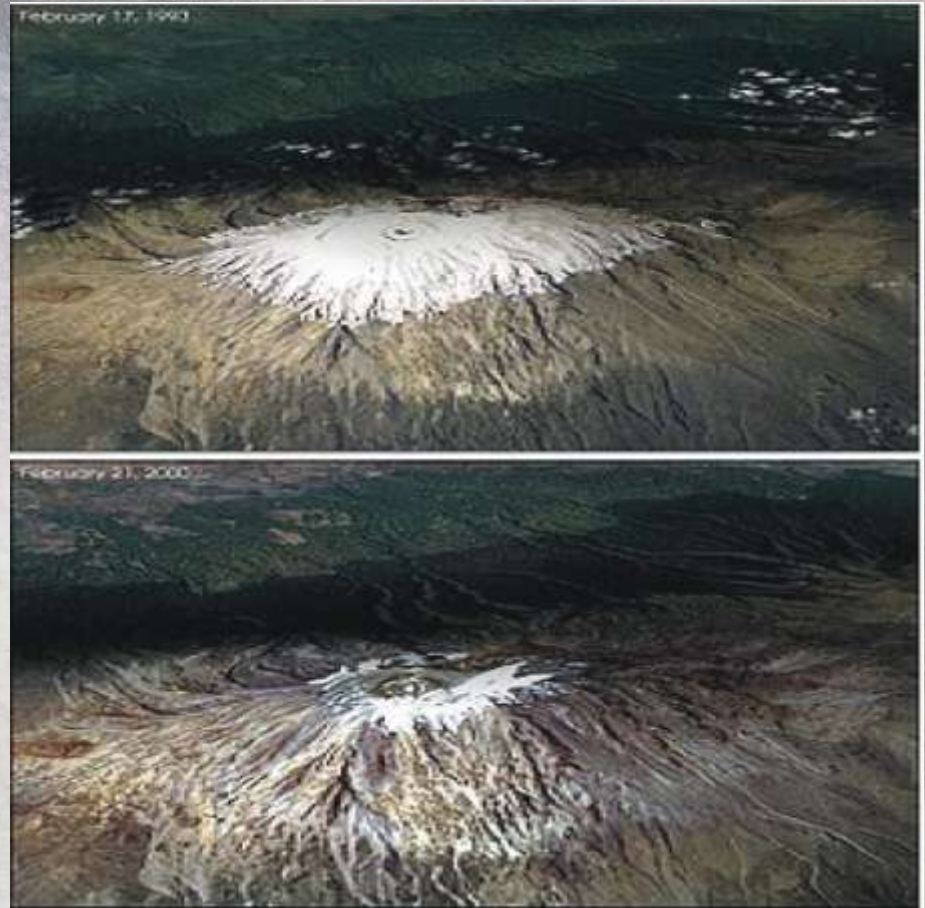
A kanadai Herschel-szigetet elmossa a víz, így az enyészetté válhat számos fontos régészeti emlék és temetkezési hely



A Herschel-sziget

A víz már ma is olyan magas Kanada ÉNy-i csücskében, hogy a szárazföldtől 5 kilométerre fekvő Herschel-szigetet lassan elmossa a víz. Amerika egyik legészakabbra fekvő területe jelenleg egyike a Föld leggyorsabban melegedő pontjainak. Az elmúlt években több történelmi épületet is sikerült a parttól beljebb, védettebb helyre telepíteni. Az éghajlatváltozás miatt azonban – amelyet a vízszint növekedése, a fagyott altalaj felengedése, a pusztító erejű viharok megjelenése jelez – a víz szintje a következő száz év során várhatóan újabb fél méterrel megemelkedik. Ennek következtében az enyészetté válhat számos fontos régészeti emlék és temetkezési hely.

A klímaváltozás azzal fenyeget, hogy néhány évtized alatt elolvadnak a Kilimandzsáró gleccserei



A Kilimandzsáró

Rendkívüli szépségének köszönhetően 1987-ben került fel az UNESCO világörökségi listájára az Afrika legmagasabb hegyén lévő Kilimandzsáró Nemzeti Park. A klímaváltozás – és a földhasználat megváltozott gyakorlata – azzal fenyeget, hogy néhány évtized alatt teljesen elolvadnak a Kilimandzsáró gleccserei, vagyis egyszer a múlt emlékévé válik a hegy messziről látszó hósapkája. Amennyiben a folyamat folytatódik, akkor a Hemingway által megírt „Kilimandzsáró hava” 15 év múlva már csak fényképeken lesz látható.

New Orleansra 2005-ben sújtott le a Katrina hurrikán. A tengervíz és a sár a város 80 százalékát elöntötte



New Orleans

A mind magasabb tengerszint, a víz erodáló hatása önmagában is gond a Mexikói-öböl mentén, de ráadásként állandó fenyegetettséget okoznak a hurrikánok is. Az 1718-ban alapított New Orleanst – mivel nagyobbik fele a tenger és a Mississippi szintje alatt fekszik – hosszú gát védi. A villám legutóbb 2005 augusztusában „sújtott le” a Katrina hurrikán képében. Annak ellenére, hogy a hurrikánnak csak a széle söpört végig a szárazföld felett, a hatalmas hullámverés tragikus következményekkel járt. A gát átszakadt, a tengervíz és a sár a félmilliós város 80 százalékát elöntötte. Az alacsonyan fekvő részekben sok ezer ház dőlt romba, a kár meghaladja a 200 milliárd dollárt.

Velence fokozatosan süllyed, de a helyzetét tovább rontja az Adriai-tenger emelkedése is. 2100-ra a város lakhatatlanná válhat



Velence

A Velencébe látogató turisták mind gyakrabban szembesülnek azzal, hogy a Szent Márk teret előnti a tenger. Az Adria cölöpökre épített gyöngyszeme fokozatosan süllyed, a helyzetet az Adriai-tenger megemelkedése is súlyosbítja. Az előző 100 év 10 legnagyobb árhullámából nyolc 1960 után volt, s a víz 2002-ben 108-szor árasztotta el a várost. Amennyiben minden változatlan marad, 2100-ra ez mindennapos jelenség lesz. Az egykor 150 ezer ember otthonául szolgáló, műemlékekben bővelkedő város állapota egyre romlik, és lakosainak száma ma már alig hatvanezer.

A középkor „aranyvárosát”, Timbuktut az elsivatagosodás eltűnéssel fenyegeti



Timbuktu

A nyugat-afrikai Maliban található vályogváros Afrika egyik legrégebbi kereskedőközpontja, a középkor legendás nagyvárosa, amely egyetemeivel, mecsetjeivel és százezer lakosával az iszlám és a tudomány fellegvára volt.

Az „aranyvárost” jelenleg mindössze 15 ezren lakják, évszázadok harcai után az elsivatagosodás eltűnéssel fenyegeti a sérülékeny vályogépületeket.

Mivel a sivatag homokja mindinkább birtokába vette Timbuktut, a város felkerült a Föld legveszélyeztetettebb nevezetességeinek listájára. A térség átlaghőmérséklete száz év alatt 1,4 fokkal lett magasabb, a sivatag pedig egyre nagyobb.

A dél-amerikai Chan Chan városa az egyre szélsőségesebbé váló El Niño miatt pusztul



Chan Chan

A tökéletes várostervezést példázó Chan Chan a világ legnagyobb agyagvárosa Dél-Amerikában. Ebből adódik veszélyeztetettsége is, hiszen a csodálatos építmények ki vannak téve a levegő és a víz romboló hatásának, falai lassan erodálódnak.

Ennek fő oka a klímaváltozás miatt egyre szélsőségesebbé váló El Niño, amely 7-9 évente hatalmas esőzéseket okoz errefelé; emiatt aztán megnő a talajvíz szintje, meggyengülnek az agyagépítmények alapjai, és só-lerakódások pusztítják a falakat.

Az éghajlatváltozás kihat hazánk vizeire is. Tavaink felülete zsugorodik, a felszín alatti vizek kihasználtsága helyenként megközelítheti a kritikus szintet. Nő a téli árvizek gyakorisága, a tavasz elejei árvizek pedig korábban érkeznek majd



A Kárpát-medencében az éghajlatváltozás megítélésekor lényeges, hogy a terület a nedves óceáni, valamint nyáron a száraz mediterrán területek határán helyezkedik el. Ebben a térségben az éghajlati övek kisebb eltolódása is komoly következményekkel járhat.

Az éghajlat szárazabbá válása, a hőmérséklet és a párolgás növekedése következtében kisebb lesz nálunk az éves vízlefolyás. Tavaink zsugorodnak, egyesek el is tűnhetnek. A csapadék a téli hónapokban nő, a nyáriakban csökken. Télen emelkedik az árhullámok gyakorisága, míg a befagyással kapcsolatos események rövidülnek. A nyári hónapokban a kisvizek ideje hosszabbodik, a tavakban az alacsony vízállások gyakorisága nő. Fokozódik az árhullámok gyakorisága és intenzitása is, ugyanakkor súlyosabb vízhiány várható a talajokban. Mindezek a folyamatok csökkentik a vizek öntisztuló képességét, és növelik a fertőzések kockázatát.

Az éghajlatváltozás következtében a hasznosítható vízkészleteink csökkennek, fogy a megújuló felszín alatti vízkészletünk is, főként az Alföldön. Mindeközben nő a növények öntözővíz-igénye, a lakosság személyi fogyasztása. A felszín alatti vízkészletek kihasználtsága a 21. század derekán az Alföld egyes térségeiben megközelíti a kritikus szintet. A vízért való versengés növeli a vízfogyasztók közötti konfliktusokat, gyakoribbá teheti a vízkorlátozást.

Valószínűsíthető, hogy nő az eső eredetű téli árvizek gyakorisága és nagysága, illetve a télvégi, tavasz elejei olvadásos árvizek a mainál korábban jelentkeznek majd.

A síkvidék árvízi védelmében előtérbe kell helyezni a „helyet a víznek” típusú eljárásokat: a hullámtér szélesítését, az árvizek kiengedését az árterekre, az épített tározókba. Ilyen eljárásán alapul a Tisza-völgyére kidolgozott Vásárhelyi-terv. Az áradások elleni védelem miatt fontos a csapadék minél teljesebb visszatartása a vízgyűjtő területén, a lefolyás lassítása, amit hosszabb távon az erdősítéssel, rövidebb távon záportározók kiépítésével lehet megoldani.