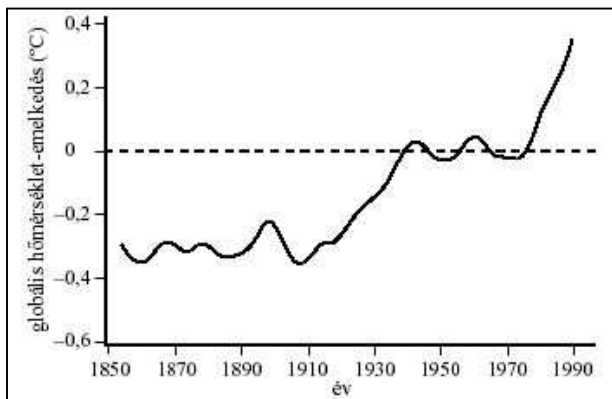


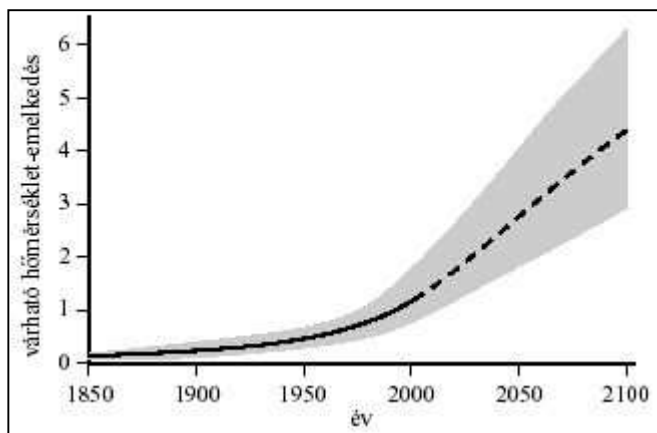
A GLOBÁLIS FELMELEGEDÉS VÁRHATÓ HATÁSAI

Földünk átlaghőmérséklete - hirtelen ugrások, majd azokat követő lengések során emelkedett az utóbbi 150 év alatt mintegy 0,6-0,8 °C értékkel. A felmelegedés legvalószínűbb oka az, hogy **az emberi tevékenységek révén** egyre több üvegház-gáz (*elsősorban szén-dioxid*) kerül a légkörbe, ezek elnyelik a Földről kisugárzott hő egy részét, ami a légkör melegedését eredményezi. Másképp fogalmazva: a visszatartott hő következtében bolygónk termikus egyensúlya (*beérkező energia = kisugárzott energia*) már csak egyre magasabb hőmérsékleten tud létrejönni.



A felmelegedés várható értékének becslésére több globális klímamodellel végeztek számításokat, ezek közül a legismertebbek (és *valószínűleg a legmegbízhatóbbak*) egy nemzetközi kutatócsoport (*Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC*) modellszámításai. Az általuk becsült hőmérséklet-emelkedés legvalószínűbb várható értéke a 2100. évig 4,2 °C feltételezve, hogy az energiaforrások felhasználásának jelenlegi módja a következő 100 évben nem változik jelentősen.

Az IPCC modellszámításai az 1980-as években kezdődtek, azóta a módszerekben sok finomítás történt. Az ábrán látható, hogy a 2000. évig (*a tapasztalattal összhangban*) a

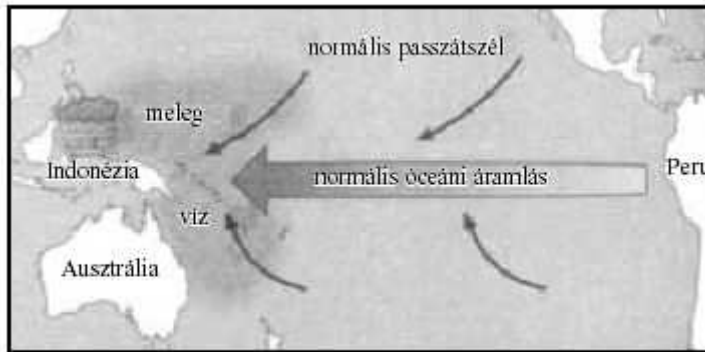


hőmérséklet emelkedése a modell szerint 1 °C körül van, ami nem számottevő érték. A változás jeleit azonban már most is észlelhetjük. A globális modellel egyidejűleg egyes régiókra külön előrejelzés is készült, ezek némelyike a globálistól kissé eltérő eredményeket mutatott. A Közép- és Dél-Európára végzett számítások 2100-ig 2-3 fokos melegedést mutatnak, de változást jósolnak a csapadék éves eloszlásában. Eszerint a mi régióinkban várhatóan a csapadék éves mennyisége nem változik, de a nyári csapadék csökken, a téli pedig nő. Ez az eltolódás már az elmúlt évtizedben bekövetkezett, nagy valószínűséggel ennek következményei az elmúlt évek minden eddigi rekordot meghaladó árvizei a Tiszán, valamint a csehországi és a szlovákiai árvizek.

A hurrikánok a ciklonokhoz hasonló légköri képződmények (trópusi ciklonoknak is nevezik őket), de azoknál kisebb kiterjedésűek és hevesebb lefolyásúak. Többnyire az óceánok nyugati medencéjében keletkeznek, és létrejöttük legfontosabb feltétele az, hogy a víz hőmérséklete meghaladja a 26-27 °C-ot. A hurrikán belsejében intenzív felfelé áramlás van, miközben a benne foglalt légtömeg igen gyorsan forog. Mivel a tengerből nagy mennyiségű vízgőz utánpótlást kap, nagy a nedvességtartalma. Ez a magasabb légrétegekben kondenzálódik, az így felszabaduló látens hő újra felmelegíti a már lehűlt levegőtömeget, ami ismét megnöveli az emelkedés sebességét. A jelenség hasonló ahhoz, amikor beindítják egy rakéta második fokozatát. A hurrikán gyorsan forgó léghengere a szárazföldre érkezve elveszíti nedves levegő- utánpótlását. Még így is nagy

távolságot képes azonban megtenni, hiszen hatalmas impulzus- és impulzusmomentum-tartalékai vannak. Orkánszerű szélvihar és felhőszakadás halad a nyomában, amely a természeti környezetben és az emberi településekben óriási károkat okozhat.

A **globális felmelegedés** következtében az óceánok vize is melegszik, egyre gyakrabban teljesül a hurrikánok létrejöttének említett feltétele. Az utóbbi 50 évben - a várakozással ellentétben - mégsem nőtt a hurrikánok gyakorisága. Izgalmas kérdés: vajon hová tűnik a többletenergia? A válasz valószínűleg az El Niño tevékenység fokozódásában keresendő. A Csendes-óceán medencéjében **"normális" esetben** a keleti

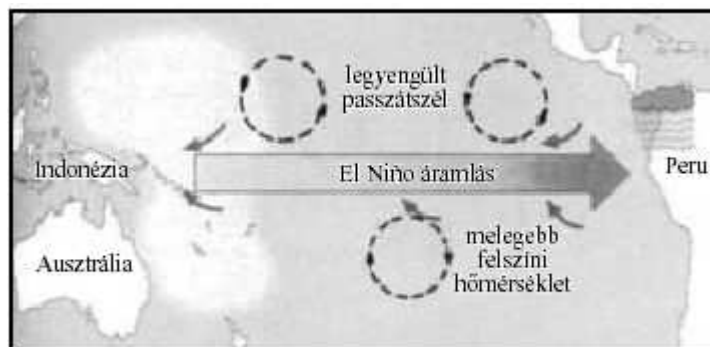


passzátszelekkel azonos irányban halad egy óceáni áramlás Peru felől Indonézia irányába. Ennek hatására a napsugarak által felmelegített felszíni víz nyugat felé áramlik, Ausztrália és Indonézia környezetében felhalmozódik. Műholdas megfigyelések szerint a medence két széle között fél méternél is magasabb szintkülönbség alakulhat ki. A nyugaton felhalmo-

zódott meleg víztömeg erősen párolog, ennek eredményeképp alakul ki a nyári monszunesők övezete Indonéziában. Ugyanakkor Peru nyugati partvidékére a délről érkező, hideg **Humboldt-áramlás** oxigénben dús, tápanyagban gazdag vizet szállít, amely a halászoknak gazdag fogást eredményez.

Az **El Niño** években a passzátszelek legyengülnek és a keleti áramlás ellenkező irányba fordul. A meleg víztömeg most Dél-Amerika keleti partjainál halmozódik fel, itt okoz nagy esőzéseket, miközben Indonéziában aszályos időszak következik be.

A feltorlódt melegvíz megátolja, hogy a Humboldt-áramlás elérje a perui partokat, így a tápanyagban gazdag víz áramlása elmarad, a halászati hozamok katasztrofálisan lecsökkennek. Mivel ez az esemény karácsony táján szokott bekövetkezni, a halászok adták neki az el niño (kisdéd) nevet, utalásképpen a gyermek Jézusra. A jelenség oka hosszú ideig tisztázatlan volt, csak a legújabb kutatások tárták fel okait. A globális felmelegedés miatt az óceán vizének hőmérséklete - a korábbi időszakhoz képest - emelkedett. A fokozott párologás kisméretű trópusi ciklonok kifejlődéséhez vezet. Ezek - a Coriolis-erő hatására - az egyenlítőtől északra az óramutató járásával ellentétes, az egyenlítőtől délre pedig azzal megegyező forgásirányúak (az ábrán szaggatott vonallal jelölve). Mindkét forgás a normális passzátszél és tengeri áramlat ellen hat, így alakul ki az El Niño áramlás. Valószínűleg ez emészti fel az említett energiátöbbletet. A feltételezés helyességét az is igazolni látszik, hogy az El Niño években a "hagyományos" hurrikánok gyakorisága csökken.

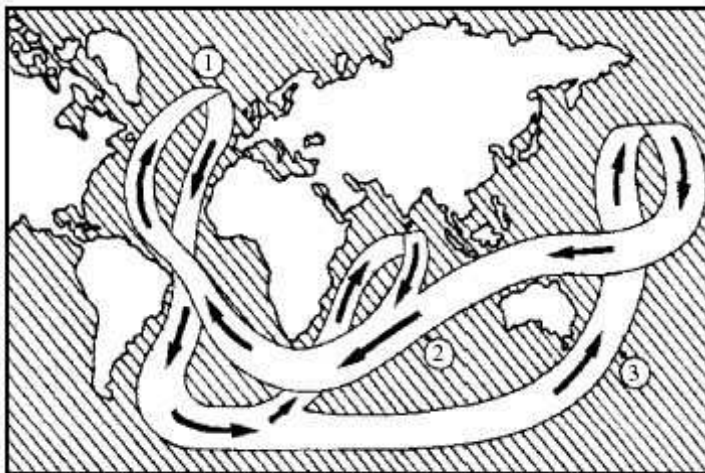


A globális felmelegedés egy további eredménye a **jégtakarók egyre gyorsuló ütemben történő csökkenése**. Zsugorodnak a gleccserek a magas hegységekben és fogyatkozik az Északi Jeges-tenger, valamint az Antarktisz jégborítása. A jégtakaró fogyatkozása pozitív visszacsatolós folyamat: a hőmérséklet emelkedésével - az olvadás következtében - csökken a fehér (jó visszaverő képességű) jégfelület nagysága, miközben nő a sötétebb (jobb elnyelő képességű) föld- vagy vízfelület. Összességében emiatt nő a terület hő-abszorpciója, ami a hőmérséklet további növekedéséhez vezet. Ennek eredményeképp még több jég olvad el, tovább nő az átlagos abszorpcióképesség,

a folyamat tehát önmagát erősíti. A klimatológusok szerint 1 °C globális hőmérséklet-emelkedés esetén a sarkok hőmérséklete 3 °C-kal nő. Az ennek köszönhető drámai változások legjobban az Északi Jeges- tengeren figyelhetők meg, ahol 20 év alatt 15%-kal csökkent a jégfelület nagysága. A jég átlagos vastagsága 40 év alatt 300 cm-ről 180 cm-re csökkent. Az eredmény: **veszélybe került az egész Jeges-tengeri ökoszisztéma**. Az ottani táplálkozási lánc legalsó szintjén azok az algák vannak, amelyek a jégtáblák alján hatalmas, fürtös telepeket képeznek. Ezek képezik a halak és kagylók táplálékát, amelyeket a fókák esznek meg, és a piramis csúcsán a főleg fókákkal táplálkozó jegesmedve áll. A jégtakaró zsugorodásával azonban az egész ökoszisztéma veszélybe került. Egyes vélemények szerint a jegesmedve már most halálra van ítélve.

A sarki jégtakaró rohamos fogyásának valószínű következménye az is, hogy **lassul a Föld tengelyforgása**. Az olvadákvíz az egyenlítő irányába áramlik, és ott halmozódik fel, következésképp nő a Föld tehetetlenségi nyomatéka. Mivel a perdület (vagy *impulzusmomentum: a tehetetlenségi nyomaték és a szögsebesség szorzata*) állandó, a szögsebességnek csökkennie kell. Bolygónk lassulását egy nemzetközi szolgálat (IERS) nagy pontosságú mérések alapján állapította meg. Az atomórákkal mért koordinált világidő (UTC) és a Föld forgásán alapuló csillagászati idő (TAI) különbsége évtizedek óta nő. Ezt úgy korrigálják, hogy bizonyos időszakonként 1 másodpercet iktatnak közbe az időszámításba. Az UTC-TAI különbség 1999-ig 33 másodpercre nőtt, ennyivel kellett korrigálni időszámításunkat a Föld forgásának lassulása miatt.

A sarki jégtakaró rohamos fogyása egy további fenyegetést is magában hordoz, amely olyan, mint egy időzített bomba. A legutóbbi években fedezték fel, hogy a korábban is ismert tengeráramlatok egyetlen nagy szállítószalagot képeznek, amelynek a közismert



Golf-áramlat csak egy rövid szakasza. Ez az Északi Jeges-tengerben alábukik, és a mélyben hideg áramlatként (**Labrador-áramlat**) folytatja útját déli irányban, csaknem az egész Földet megkerüli, közben két helyen - az Indiai-óceán és a Csendes-óceán közepe táján - felbukkan a felszínre és meleg, felszíni áramlatként halad tovább. Ez az egybefüggő, grandiózus szállítószalag nagy mennyiségű energiát szállít a trópusoktól a sarkok irányába. Működése azonban sokak szerint veszélyben

van: a Jeges-tenger elolvadt jégétől a víz egyre könnyebbé válik, hamarosan bekövetkezhet az az állapot, hogy már nem képes alábukni, akkor pedig az egész szállítószalag leáll. Egyes megfigyelések szerint a Golf-áramlat sebessége már most jelentősen lecsökkent.

Az utóbbi 100 ezer év globális hőmérséklet-változásait megbízhatóan rekonstruálták a több helyen - Grönlandon, az Antarktiszon és Alaszkában - végzett jégfúrások rétegsorainak részletes elemzése útján. Ezek egybehangzó eredményei szerint az utolsó 10 ezer évben a korábbi időszakhoz képest igen nagy a stabilitás. Valószínűleg ez is hozzájárult az emberi civilizáció gyors fejlődéséhez. Egyes kutatók szerint ez a nagyfokú állandóság a nagy szállítószalag egyenletes, megbízható működésének köszönhető.

Lehet, hogy az üvegházhatás növelésével az emberiség végleg elrontja ezt a nagyszerű, természetes stabilizáló rendszert? A kérdésre még nincs megbízható válasz. A növekvő instabilitás jelei azonban már érzékelhetők.