

Az óceánok „savasodásáról” – tényszerűen

2026. július 7-ei változat

Szarka László Csaba

(Professzorok Batthyány Köre)

A jelenkori éghajlatváltozásban állítólagosan főszerepet játszó antropogén CO₂-kibocsátás egyik legsúlyosabb környezeti következményeként az óceán ún. savasodását szokás megnevezni. Egy PBK-n belüli baráti vita hatására 2026 nyarán igyekeztem konkrétan utánajárni a kérdéskörnek; az eredményt ezúton teszem közzé. A mainstream és az alternatív természettudományi megközelítések között nincs nagy eltérés, de a mainstream nézet hajlamos a változások felnagyítására, a veszélyek eltúlzására. Az óceánok ún. savasodásának súlyosságát hangoztató cikkek sokaságából kérem, nevezzenek meg egyetlen tényalapú bizonyítékot. Ha ilyen nincs, a szándékos félelemkeltés gyanúját még inkább megalapozottnak látom.

One of the most serious environmental consequences of anthropogenic CO₂ emissions, which allegedly play a major role in contemporary climate change, is the so-called acidification of the ocean. As a result of a friendly discussion within the Batthyány Society of Professors, I tried to specifically investigate the issue in the summer of 2026; I hereby publish the results. There is no great difference between the mainstream and alternative scientific approaches, but the mainstream view tends to magnify changes and exaggerate dangers. From the multitude of articles emphasizing the seriousness of the so-called acidification of the oceans, please name a single factual evidence. If there is none, I see the suspicion of intentional fear-mongering as even more well-founded.

Bevezető a pH-ról

A vizes oldatok savasságának-lúgosságának (acidity és alkalinity) mértékét a pH („pondus hydrogenii”) mutatja meg. A Søren Peter Lauritz Sørensen dán kémikus által 1909-ben bevezetett pH lényegében az oldatban található aktív hidrogénion-koncentráció tízes alapú logaritmusának mínusz egyszerese. A semleges (se nem savas, se nem lúgos) oldatok pH-ja a megállapodás szerint 7, mert standard szobahőmérsékleten (25 °C-on) elméletileg tiszta vízben a hidrogénionok (H⁺) és a hidroxidionok (OH⁻) aránya egyaránt 10⁻⁷ mol/dm³.

Példaként álljon itt néhány anyag pH-ja: ~5,6 (esővíz); ~2,5; (üdítőital), ~0 (autóakkumulátorsav); ~9 (háztartási szódabikarbóna); ~14 (lefolyótisztító). A tengervíz is lúgos, mert a tengerek, óceánok vize – a kontinentális kőzetek mállásából eredően – inkább lúgos ionokat tartalmaz. Annak alapján, hogy egy lúgos közeg egy savval kölcsönhatásba lépve sót (szilárd alapot) képez, a lúgosságot időnként „bázikusságnak” (basicity) nevezik.

Mindez eddig iskolai kémia-tananyag. A problémakör alapjainak megértéséhez ugyancsak szükséges középiskolai ismeretszintet a következő részben foglalja össze.

A pH különféle fizikai körülmények között

A vízben a molekulák egy része – a fizikai körülményektől függő mértékben – ion-állapotban található: OH⁻-ionok (protonakceptorok) és H⁺-ionok (protondonorok) formájában. (A fizikai valóságban

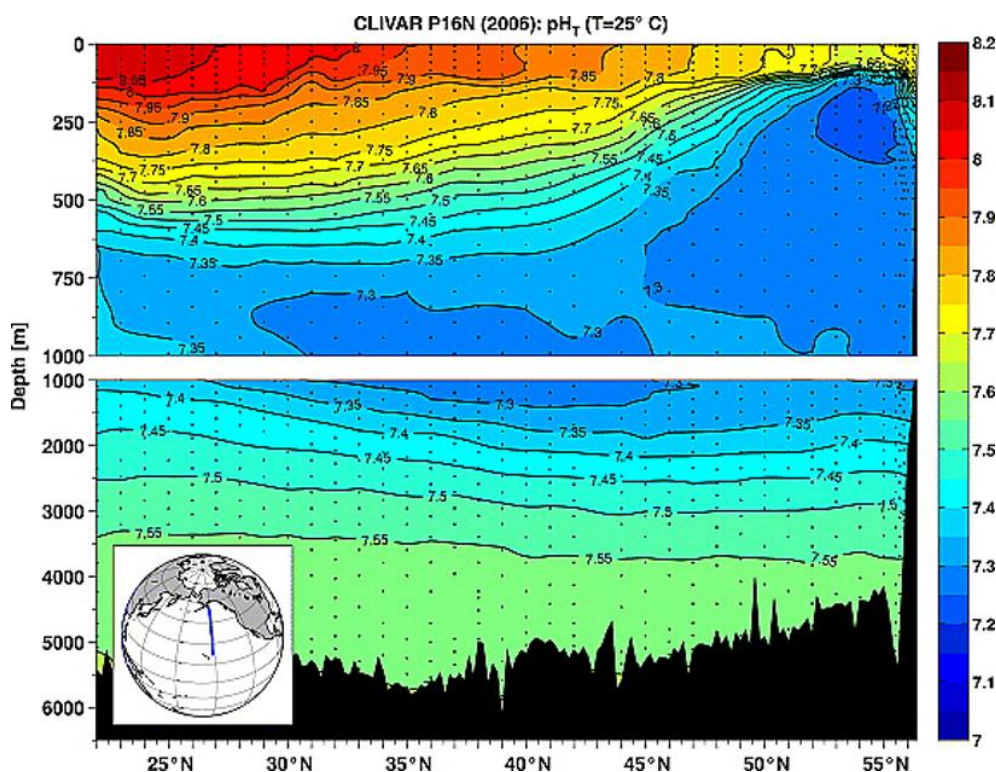
hidrogénion vízmolekulához kötődik, tehát ún. oxónium-ion, H_3O^+ formában van jelen, de ennek ehelyütt nincs jelentősége.) Ha a környezeti feltételek a definícióban foglaltaktól eltérnek, autoionizáció mértéke különbözik 10^{-7} -től. Mivel az autoionizáció endoterm (hőelnyelő) folyamat, magasabb hőmérsékleten több H^+ és OH^- ion keletkezik, alacsonyabb hőmérsékleten pedig kevesebb, miközben a víz továbbra is tökéletesen semleges, kiegyensúlyozott marad. Ha például a semleges víz hőmérséklete 25°C -ról 26°C -ra emelkedik, az egyensúlyi pH_n 7-ről 6,96-ra csökken; 24°C -ra való hőmérsékletsüllyedés hatására pedig 7 fölé nő. A 4°C hőmérsékletű, kémiaileg teljesen tiszta víz egyensúlyi pH-értéke $\text{pH}_n=7,47$. Sav és lúg semleges sójának jelenléte a víz kémhatásán önmagában nem változtat.

A vizes oldat akkor és csak akkor savas, ha $\text{H}^+ > \text{OH}^-$, azaz $\text{pH} < \text{pH}_n$. Ha $\text{H}^+ = \text{OH}^-$, azaz $\text{pH} = \text{pH}_n$, az oldat semleges. Ha pedig $\text{H}^+ < \text{OH}^-$, azaz $\text{pH} > \text{pH}_n$, akkor az oldat lúgos.

A pH-t a hőmérséklethez képest a nyomás kevésbé befolyásolja, a sókoncentráció azonban jelentősen: 25°C Celsius fok hőmérsékleten édesvízben a normál pH értéke 7 ($\text{pH}_n=7$); 3,5%-os sóoldatban pedig 6,6 ($\text{pH}_n=6,6$). Emlékeztetőül: a legnagyobb sűrűséggel rendelkező 4°C hőmérsékletű (a mélyóceánokat kitevő) tengervíz pH-ja: 7,5-7,8 közötti.

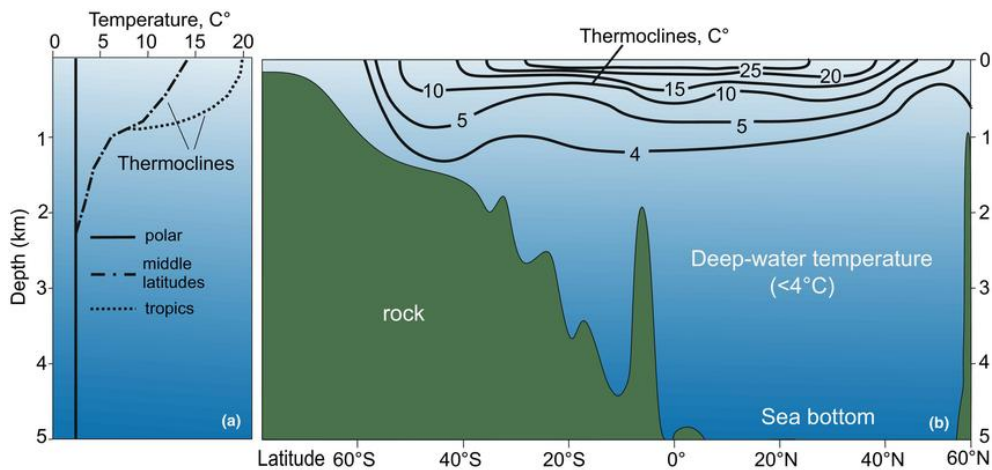
Kutatási eredmények és egyéb felsőfokú ismeretek

A pH és a hőmérsékletváltozás összefüggése. Byrne et al. 2010 ábráján (1. ábra) a pH-változás függése a földrajzi szélességtől és a mélységtől (alapvetően a hőmérséklettől és a sótartalomtól) sokkal erősebb. A 2. ábra a hőmérsékleti szelvény hasonlóságára mutat rá.



1. ábra: Az Északi Csendes-óceán pH-értéke a 152°W hosszúság mentén 2006-ban.

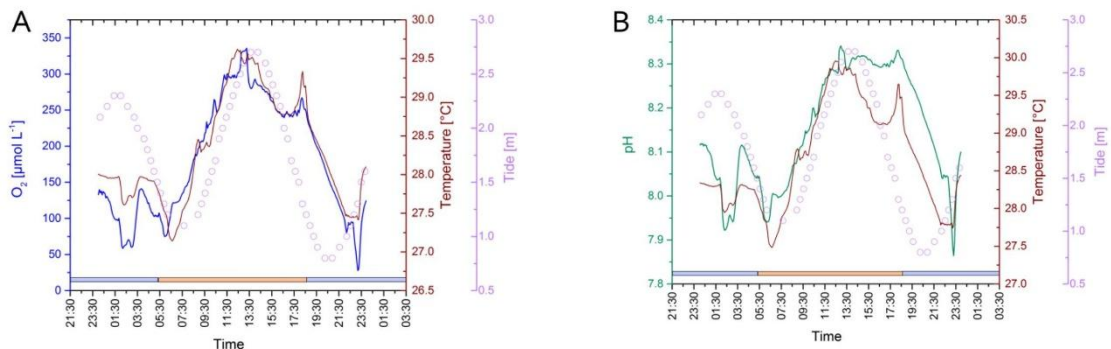
Forrás: Byrne et al. 2010



(a) Temperature profiles; (b) Temperature distribution (°C) in central Pacific Ocean

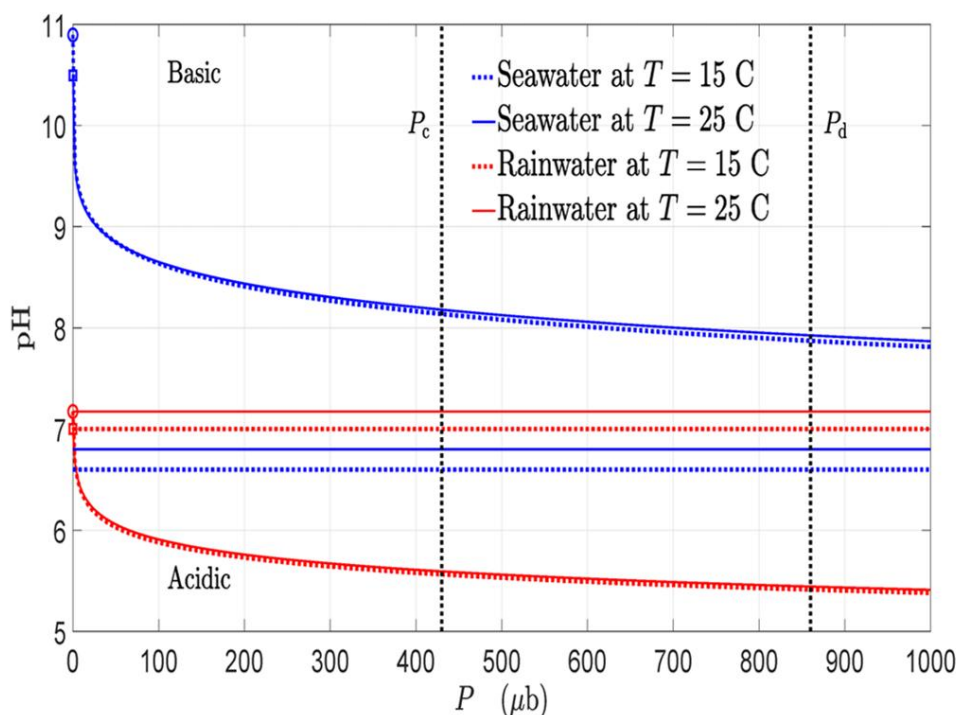
2. ábra: A Csendes-óceán középső részének hőmérséklet-eloszlása a mélység és a földrajzi szélesség függvényében (a 0-5 km, ill. a 60°S- 60°N tartományban) Forrás: Davydov et al. (2024)

Élőhelyek és a pH. Élőhelyek (például korallzátonyok) környékén napfelkeltétől napnyugtáig, azaz fotoszintézis (a vízben oldott CO_2 beépülése) idején az óceánfelszíni pH kb. 7,8-ról kb. 8,5-re nő, majd a fotoszintézis leálltával (a CO_2 -kiszárlásból képződő enyhe szén-sav) hatására visszacsökken (ld. 3. ábra, Chan and Eggins 2017, Mosshammer et al. 2024, Almeida et al. 2026). Azaz a hidrogénion-koncentráció (a „savasság”) minden éjjel ötszörösére nő (hiszen a pH logaritmusos mennyiség), majd a nappal folyamán ötödére visszacsökken. Lehet úgy is fogalmazni, hogy mindez a vízben oldott CO_2 -koncentráció hatására történik.



3. ábra: Az O_2 (kék, A), a pH (zöld, B), a hőmérséklet (piros) és az árapály (lila) változásai 24 órán át. A narancs színű szakasz a napkelte és napnyugta közötti időintervallumot jelzi, a kék színűek pedig napmentes időszakokat. Forrás: Mosshammer et al. 2024

pH a légköri CO_2 -függvényében. A légköri CO_2 -koncentráció pH-következményeire a legátfogóbb levezetés Wijngaarden et al. (2026)-tól származik. Az itt 4. ábraként mutatott áttekintésük szerint a jelenlegi 430 ppm-hez képest a légköri CO_2 -koncentráció megkétszereződésének hatása mind a tengervíz, mind az esővíz pH-ját korlátozottan (néhány tized pH-értékkel) csökkenti. A tengervíz lúgos (bázikus) marad, a ma is savas közönséges esővíz pedig némileg lesz savasabb. Wijngaarden et al. (2026)-ban a levezetés is megtalálható.



4. ábra: A sós tengervíz (kék) és a kizárólag oldott CO_2 -t tartalmazó esővíz (piros) pH-értékének alakulása a szén-dioxid P parciális nyomása függvényében, 15°C (pontvonal) és 25°C vízhőmérséklet (folyamatos vonal) esetén. $P_c = 430 \mu\text{b}$ a 2025. évi CO_2 -koncentrációnak, $P_d = 860 \mu\text{b}$ a jelenlegihez kétszer nagyobb CO_2 -koncentrációnak felel meg. A vízszintes vonalak a semleges pH-értéket (pH_n -t) adják meg, a sótartalom és a hőmérséklet négy kombinációjára. Ha $\text{pH} < \text{pH}_n$, a víz savas, ha pedig $\text{pH} > \text{pH}_n$ lúgos. Forrás: Wijngaarden et al. 2026

Wijngaarden et al. (2026) szerint a légköri szén-dioxid tengervízben pH-jában csekély változást okoz. Sokkal csekélyebbet, amint amekkorához a tengeri élőlények – a pH-változáshoz maguk is hozzájárulva – alkalmazkodnak.

A Henry-Dalton törvény. „A folyadékban oldott gáz telítési koncentrációja – a gáz oldhatósága – arányos a p parciális nyomással (Henry törvénye, 1803), és a növekvő hőmérséklettel csökken.” Az idézet Budó (1972)-ből való. Mindjárt találunk mellette egy példát is, miszerint egy atmoszféra nyomáson a CO_2 -oldhatósága 0°C -os hőmérsékletű vízben 1713 köbcentiméter literenként, 20°C -ban pedig már csak 878. Henry törvényében a hőmérsékletfüggés a Henry-állandóként is ismert egyensúlyi állandóan van elrejtve.

$0,4^\circ\text{C}$ Celsius fokos hőmérséklet-emelkedés a vízben oldott CO_2 -koncentrációban $0,7\%$ -os csökkenést jelent. Ha a parciális nyomás növekedése ennél nagyobb (márpedig 5% -kal nagyobb), annak a hatása érvényesül inkább. Tehát a tengervíz melegedésével a pH csökken, de kisebb mértékben, mint amennyivel a légköri CO_2 -koncentráció emelkedik. A Henry-törvény alapján tehát a légköri CO_2 -koncentráció növekedése és a tengervíz melegedése a vízben oldott szén-dioxid mennyiségére két ellentétes hatást fejt ki

Tenger alatti vulkáni tevékenység. A tenger alatti vulkáni tevékenység a vízbe áramló savas gázok (elsősorban a szén-dioxid és a kén-dioxid) miatt jelentősen csökkentik a tengervíz pH-ját, vagyis erősen savas kémhatást idéznek elő. A vulkáni gázok feloldódásával a pH átlagértéktől helyenként drasztikusan, akár 5 alá is zuhanhat. A savas környezet korrodálja a kalcium-karbonátból építkező

tengeri élőlények (pl. korallok, kagylók) vázát, a vulkáni forróvizes kürtők (hidrotermális mezők) környezetében ugyanakkor speciális mikrobiális közösségek alakulnak ki

Pufferhatás. Az oldott szén-dioxid négy formában létezik: CO_2 , H_2CO_3 , HCO_3^- és CO_3^{2-} , és ezek koncentrációjának összege a teljes szén-dioxid (TCO_2). A négy forma közül a CO_2 és a H_2CO_3 molekuláris formájú; összegüket „szabad szén-dioxidnak” nevezzük. Ennek megfelelően a HCO_3^- és CO_3^{2-} szén-dioxidok összegének neve: „ionos szén dioxid”. A kettő arányát a szén-dioxid hidratációs együtthatójának nevezzük.

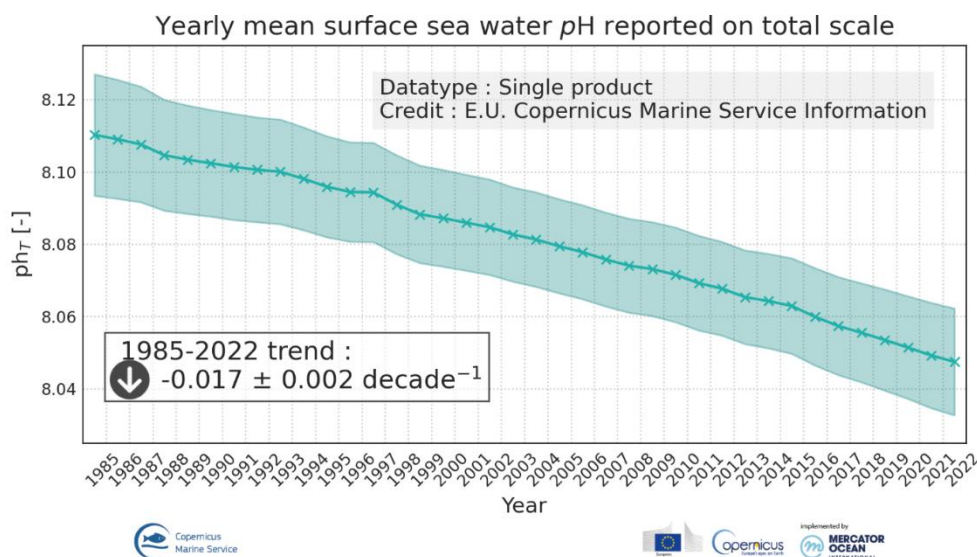
Az óceáni rendszer tehát egy hatalmas, dinamikus egyensúlyi rendszer, ami állandó bikarbonát (HCO_3^-) és karbonát (CO_3^{2-}) ionkészleteket tartalmaz. Úgyhogy az óceánok pH-csökkenése felfogható egy természetes módon pufferelt kémiai folyamatnak (Barrante 2010, 2014, 2026a, 2016b, 2016c). Le Chatelier-elve szerint az egyensúlyban lévő rendszer alkalmazkodik, hogy ellensúlyozza a zavarokat. Mivel a tengervízben nagy mennyiségű bázikus vegyület található természetes körülmények között, a CO_2 hozzáadása egyszerűen eltolja az egyensúlyt, több CO_2 -t abszorbeál és több bikarbonát keletkezik. E hatalmas pufferkapacitásnak köszönhetően az iparosodás előtti korszak óta állítólagosan megfigyelt kismértékű, 0,1 egységnyi pH-csökkenés nem katasztrofális esemény, hanem a természetes éghajlati változások standard velejárója.

„Savasodás”: tényként kezelt hipotézis

Az „óceán savasodása” kifejezést Broecker és Clark (2001) alkotta meg. Majd – feltételezve, hogy a légköri CO_2 -koncentráció-emelkedést az ember okozta – Caldeira és Wickett (2003) azt állította, hogy összefüggés van a CO_2 -koncentráció emelkedésével együtt járó parciális CO_2 -nyomásnövekedés és az óceáni pH között. 2005-ben több cikk is megjelent (pl. Raven et al. 2005, Orr et al. 2005) amelyek azt állították, hogy az antropogén CO_2 -kibocsátásnak tulajdonítható pH-csökkenési trend káros hatással van (lesz) az összes tengeri élőlényre, különösen az olyanokra, amelyeknek héjuk és vázuk kalcium-karbonátból áll (korallok, osztrigák, kagylók, kékkagylók, csigák), de a hatás érinti a fitoplankton és zooplankton (a tengeri táplálékhálózat alapját képező apró növényeket és állatokat) is. A pH-érték csökkenésével a korrozívabbá váló tengervíz egyrészt feloldja a héjakat és a vázakat, másrészt a vízkémia mindeközben úgy változik, hogy a tengeri élőlények számára kevesebb karbonátió (,építőkö”) áll rendelkezésre. Az IPCC negyedik értékelő jelentése (IPCC 2007) által széles körben ismertté tett hipotézist egyre inkább tényként terjesztették. Azóta az ún. konszenzus része lett, hogy az óceánok vize az antropogén CO_2 -kibocsátás következtében „savasodik”.

Az állítás lényege az, hogy az ipari forradalom hajnalára jellemző 8.2-es óceánfelszíni pH-érték mára 8.1-re csökkent. Az IPCC hatodik értékelő jelentése szerint *„a növekvő CO_2 -koncentrációval a globális átlagos óceánfelszíni pH-érték csökken, és jelenleg legalább ezer év óta a legalacsonyabb (nagyon nagy megbízhatóság) ... Nagyon valószínű, hogy az 1980-as évek óta az óceánfelszín pH-értéke évtizedenként $-0,016$ és $-0,019$ között változott a szubtrópusi nyílt óceánokban, évtizedenként $-0,010$ és $-0,026$ között a trópusi Csendes-óceánban, és évtizedenként $-0,003$ és $-0,026$ között a nyílt szubpoláris és poláris zónákban ... Az 1870–1899 és 2080–2099 közötti időszakban az óceánok felszíni pH-értéke az SSP1–2,6 forgatókönyv értelmében várhatóan $-0,16 \pm 0,002$ -vel csökken, az SSP5–8,5 szerint $-0,44 \pm 0,005$ -tel.”*

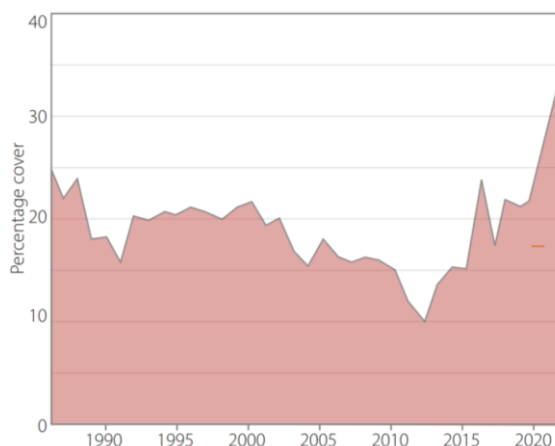
Az európai Copernicus Marine Service (CMS 2026) az óceánok savasodását illetően a teljes bizonyosság látszatát kelti, ld. 5. ábra.



5. ábra: Az felszíni tengervíz globálisan és évenként átlagolt pH-idősora és bizonytalansága a Copernicus Marine Service szerint. Forrás: CMS 2026

A „savasodás” hipotézisének cáfolata

Ellentmondó tények. A 2005-ös cikkek modelleken, és nem tényeken alapultak. Larcombe és Ridd (2018) szembe fordultak a Nagy Korallzátony pusztulását hirdető tanulmányokkal, és azokat a „policy science”-be (tudományosan ellenőrizetlen politikai döntéshozatal- előkészítés körébe) sorolták. Peter Ridd – a konszenzussal ellentétben – tények alapján mutatja be (Ridd 2023), hogy az ausztráliai Nagy Korallzátony egyedi rendszereiben a korallak néhány éves természetes ingadozást mutatnak, (ld. 6. ábra) és a fehérédesi események után a zátony gyorsan regenerálódik.



6. ábra: Az ausztráliai Nagy Korallzátony korallfedettségének alakulása 1986 és 2022 között. Forrás: Ridd, 2023.

Nos, az óceáni koralltelepek nem pusztulnak, a Nagy Ausztrál Korallzátony nincs végveszélyben.

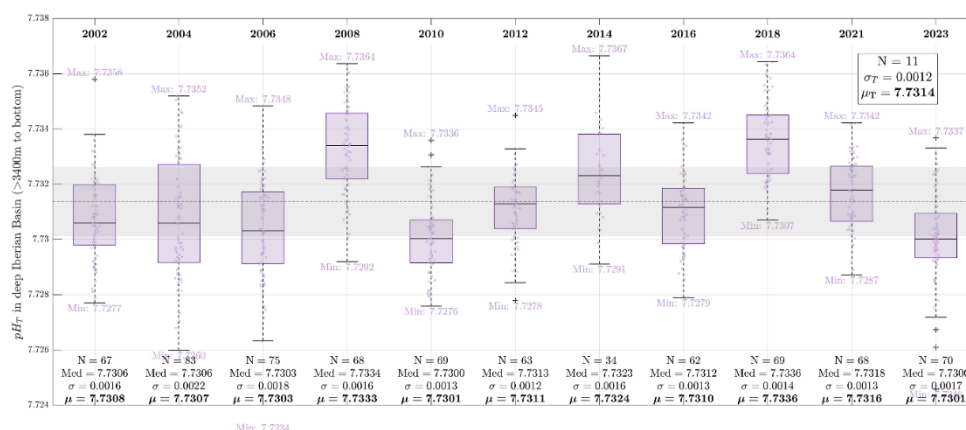
Elvi ellenvetések. Az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) hatodik értékelő jelentésének 90. oldalán – a 12. fejezetben, az Éghajlatváltozási Hatékonysági Tényezők (CID-k) megjelenése című

részben a Nyílt Óceánok című szakasz csupán a szélsőséges RCP 8.5 és SSPS 8.5 forgatókönyvek alapján állítja az óceáni savasság fokozódását. E kibocsátási forgatókönyveket 2026 áprilisában visszavonták (Van Vuuren et al. 2026), ezzel minden, rájuk való hivatkozás semmis.

A pH és a hidrogénion-koncentráció – csakúgy, mint a hőmérséklet, a nyomás, a sűrűség, a sűrűlódás, a felületi feszültség, a törésmutató, az elektromos fajlagos ellenállás, a mágneses permeabilitás, a kémiai potenciál – ún. intenzív mennyiség. Az intenzív fizikai mennyiségek helyi jellemzők, ezért az eltérő környezetekből származó értékeket összegezni, és az összegből átlagot képezni: inkorrekt. A ΔT globális hőmérsékletváltozást is csupán elterjedtsége miatt, kényszerből használjuk. Úgy tűnik, ugyanehhez kell hozzászokni a pH vonatkozásában is.

A ΔpH -mérés problémái. Az óceánok hatalmas térfogatában a hőmérséklet-eloszlást (így a hőmérséklet-változás eloszlását) a négyezernyi Argo úszó-merülő bója ellenére sem ismerjük elég részletesen, különösen 2 km alatt nem, ahol nincsenek is Argo mérések. A pH (a hidrogénion-koncentráció) esetében a bizonytalanság már csak azért is sokkal nagyobb, mint a hőmérséklet esetében, mert a pH-mérőhelyek száma a hőmérsékletmérő helyek számának csak mintegy egy százaléka.

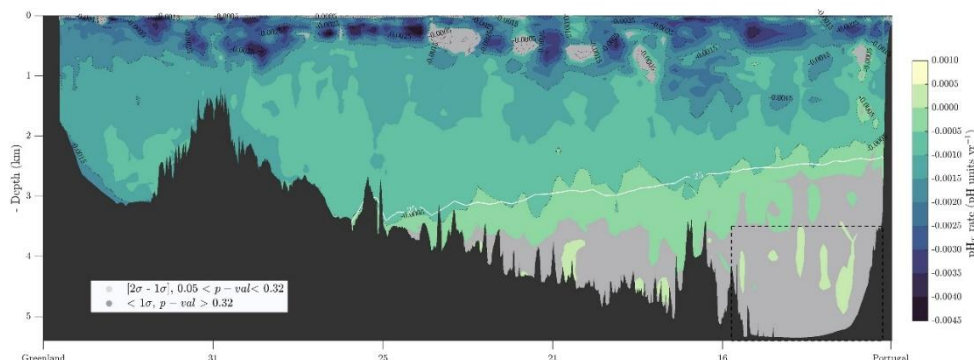
Az óceánfelszín egészére vonatkozó pH-átlagértékben az iparosodás hajnalához (1750-hez vagy 1850-hez) képest semmiféle csökkenő trendet nem mértek. Azok a 2005-ben publikált tanulmányok (pl. Raven et al. 2005, Orr et al. 2005), amikre ma forrásként tekintenek, nem adatokat használnak, hanem modelleket. Megbízhatónak mondható mérési adatok, idősorok nagyon kevés helyről, jobbra csak a 21. századból állnak rendelkezésre.



7. ábra: pH-változékonyság az Ibériai-medence 3400 m-nél mélyebb részén, 21 év alatt (11 hajút során). N: az egyes hajútak során elemzett minták száma, Med a medián pH-érték (fekete vonalként a dobozdiagramokon belül), σ : szórás, μ : átlag. Az összesített átlagot szaggatott szürke vonal, a szórást szürke sáv mutatja. Az egyes hajútakra vonatkozó szélsőértékek is láthatók. Forrás: Pérez et al. 2026.

Pérez et al. 2026 (7. ábra) az ábraalírásban megadott kísérleti helyen a 21. század folyamán nem talált egyirányú pH-trendet. Amint a 8. ábrán látható, 20 év alatt a pH csökkenése a felszíni óceánvizekben legfeljebb $\Delta pH_T \approx 0,005$, azaz 0,025/évszázad, de vannak mélyebb részek, ahol a pH valamennyivel nőtt. Az óceán savasodásának veszélye tehát a konkrét pH-mérések alapján is erősen eltúlzott. A NASA CERES műholdprogram eredményei alapján a legutóbbi 25 év alatti felmelegedés a földfelszín – 2/3 részben óceánfelszín – által elnyelt napenergia csekély megnövekedésének, tehát az óceán felszínközeli része néhány tized (kb. 0,4) Celsius fokkal melegebbé válásának tudható be. Ez – könnyen elvégezhető

számítások szerint – nagyjából ugyancsak 0,005/20 év mértékben emeli a felszínközeli tengervíz pH-értékét. E jó egyezés igen figyelemre méltó.



8. ábra: pH-változás két évtized alatt Grönland és Portugália között, a mélység függvényében. Forrás: Pérez et al. 2026.

Összességében azt látjuk, hogy az óceánvizek globális pH-csökkenése klímamodellezés-alapú feltételezés, de a konkrét mérések trendszerű pH-csökkenést nem, vagy csak csekély mértékben mutatnak.

Összefoglalás

Az óceánok savasodásának kérdése közel két évtizede kezelik az antropogén eredetű felmelegedés ún. bizonyítékaiként és egyik legsúlyosabb lehetséges következményeként. Noha léteznek olyan cikkek (pl. WUWT 2026, Menton 2026), amelyek igyekeznek rávilágítani arra, hogy mindez inkább az ún. politikai klímatudomány része, joggal mondható e cikkekre, hogy a természettudományi jelenségek tárgyalásában nem eléggé igényesek. Ezek szintjét igyekeztem meghaladni, de mindent kifejteni szinte lehetetlen, már csak a terjedelem exponenciális növekedése miatt is.

Amit találtam (elméletileg legfőképpen Wijngaarden et al 2026-ra és Barrante több tanulmányára támaszkodva), annak a lényege az, hogy a tengervíz lúgos és továbbra is az marad, és a CO₂ miatti hosszútávú változás csekély és ártalmatlan. A légköri CO₂-koncentráció megduplázódása által okozott pH-változás kisebb, mint amekkora pH-változás a földrajzi szélességi és hosszúsági fokok, valamint a mélység függvényében tapasztalható. A CO₂ miatti pH-változás nagy része egyszerűen az oldott szervesetlen szén nappali fotoszintetikus megkötése és az éjszakai CO₂-kilégzés miatt következik be.

Amennyiben a napsütött víz megfelelő mennyiségű foszfort, nitrogént, vasat és más alapvető elemeket tartalmaz, könnyen lehet, hogy a CO₂ legkorlátozottabb hozzáférhető tápanyag. Nagyon valószínű, hogy a nagyobb légköri CO₂-koncentráció már eddig is előnyös volt a vízi élővilág számára, és továbbra is az marad. A lúgosság és az oldott CO₂ a legtöbb természetes víznek nagy pufferkapacitást biztosít, és minimalizálja a külső hatásokból eredő pH-változások hatásait.

Mindezekhez a következőket teszem hozzá:

- (1) Friss mérési adatok nem (SEM) támasztják alá, hogy az óceánok savasodásának problémája jelentős lenne;

- (2) A kimutatott pH-csökkenés összhangban van a NASA CERES műholdprogram következtetéseivel, miszerint a legutóbbi negyedszázadban megfigyelhető melegedés fő oka a földfelszín (2/3 részben óceánfelszín) által elnyelt energia mértékének némi növekedése, azaz az óceánfelszín hőmérsékletének emelkedése.
- (3) A 2026 áprilisában visszavont RCP 8.5 és az SSPS 8.5 forgatókönyveken alapuló óceánsavasodási vélekedést is semmissé kellene nyilvánítani.
- (4) A pH – a hőmérséklethez és a nyomáshoz hasonlóan – ún. intenzív fizikai mennyiség, aminek globális átlagolása semmitmondó.

A mainstream és az alternatív (pl. Wijngaarden 2026 és Barrante 2010) természettudományi megközelítések között nincs nagy eltérés, de a mainstream nézet hajlamos a változások felnagyítására, a veszélyek eltúlzására.

Az óceánok ún. savasodásának súlyosságát hangoztató cikkek sokaságából kérem, nevezzenek meg egyetlen tényalapú bizonyítékot. Ha ilyen nincs, a szándékos félelemkeltés gyanúját még inkább megalapozottnak látom.

Irodalom

- de Almeida M, da Fonseca L T, Pinheiro B R, Pereíra N S, Montes M J F 2023: Daily variability of pH and temperature in seawater from a near-pristine oceanic atoll, Southwest Atlantic. Marine Pollution Bulletin 196, 115670
- Barrante J R 2010: Global warming for dim wits. UNiversal Publishers Boca Raton, <https://bookpump.com/upb/pdf-b/942861Xb.pdf>
- Barrante J R 2014: Carbon Dioxide and Henry's Law, <https://climaterx.wordpress.com/2014/07/26/carbon-dioxide-and-henrys-law/>
- Barrante J R 2016a: Ocean Acidification and its Effects on Corals I. <https://climaterx.wordpress.com/2011/10/26/ocean-acidification-and-its-effect-on-corals-i/>
- Barrante J R 2016b: Ocean Acidification and its Effects on Corals II, <https://climaterx.wordpress.com/2011/11/13/ocean-acidification-and-its-effect-on-corals-ii/>
- Barrante J R 2016c: Ocean Acidification and its Effects on Corals III. Temperature, <https://climaterx.wordpress.com/2016/03/18/ocean-acidification-and-its-effects-on-corals-iii-temperature/>
- Broecker W, Clark E (2001): A dramatic Atlantic dissolution event at the onset of the last glaciation. Geochemistry, Geophysics, Geosystems 2, 11, <https://doi.org/10.1029/2001GC000185> Digitális objektumazonosító (DOI)
- Budó Á 1972: Kísérleti fizika I. Tankönyvkiadó, Budapest
- Byrne R H et al. 2010. Direct observations of basin-wide acidification of the North Pacific Ocean, Geophys. Res. Lett. 37, L02601, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2009GL040999>
- Caldeira, K., Wickett, M. 2003. Anthropogenic carbon and ocean pH. Nature 425, 365, <https://doi.org/10.1038/425365a>

- Chan, W.Y., Eggins, S.M. 2017: Calcification responses to diurnal variation in seawater carbonate chemistry by the coral *Acropora formosa*. *Coral Reefs* 36, 763–772.
<https://doi.org/10.1007/s00338-017-1567-8>
- CMS 2026: <https://marine.copernicus.eu/ocean-climate-portal/ocean-acidification>
- Cohen R, Happer W 2015. Fundamentals of ocean pH <https://co2coalition.org/wp-content/uploads/2021/11/2015-Cohen-Happer-Fundamentals-of-Ocean-pH.pdf> Davydov V, Karasev, E, Popova, E, Poletaev, V (2024): Method of estimating sea-surface paleotemperatures through biotic proxies: A case study in Upper Paleozoic paleoclimatic, paleogeographic and paleotectonic reconstructions of Siberia, *Ecology and Evolution*, 14, 11, DOI:10.1002/ece3.70265
- IPCC 2007. Ocean Acidification by Carbon Dioxid.
https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch5s5-4-2-3.html
- IPCC 2022: Changing Ocean, Marine Ecosystems, and Dependent Communities
http://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2022/03/07_SROCC_Ch05_FINAL.pdf
- Larcombe P, Ridd p. 2018. The need for a formalised system of Quality Control for environmental science. *Marine Pollution Science*, 126, 449-461
- Menton F (2026): Ocean “Acidification” – Another Fake Scare That Won’t Go Away,
<https://clintel.org/ocean-acidification-another-fake-scare-that-wont-go-away/>
- Mosshammer M, Trampe E C L, Kühl M 2024. Monitoring Dynamic Diurnal Changes in Oxygen, pH and Temperature on Coral Reefs, <https://www.qclscientific.com/blog-77-coral-reefs/>
- Orr, J., Fabry, V., Aumont, O. et al. Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. *Nature* 437, 681–686 (2005).
<https://doi.org/10.1038/nature04095>
- Pérez F F, López-Mozos M, Fontela M, García-Ibáñez M I, Fajar N, Padin X A, Castaño-Carrera M, et al. (2026): Two decades of pH_T measurements along the GO-SHIP A25 section. *Earth System Science Data*, 18, 2, 801–821
- Raven, J., Caldeira, K., Elderfield, H., Hoegh-Guldberg, O., Liss, P., Riebesell, U., Shepherd, J., Turley, C., & Watson, A. (2005). Ocean Acidification due to Increasing Atmospheric Carbon Dioxide. The Royal Society. <https://royalsociety.org/topics-policy/publications/2005/ocean-acidification/>
- Ridd P, 2022. The Good News on Coral Reefs. Note 33, The Global Warming Policy Foundation,
<https://www.thegwpf.org/content/uploads/2022/08/Ridd-Record-Coral-GBR.pdf>
- Van Vuuren D P, O'Neill B C, Tebaldi C et al. 2026. The Scenario Model Intercomparison Project for CMIP7 (ScenarioMIP-CMIP7), *Geoscientific Model Development* 19, 7, 2627–2656,
<https://gmd.copernicus.org/articles/19/2627/2026/> van Wijngaarden W A, Ridd P, Cornell M, Happer W (2026): Acidification of Water by CO₂, <https://arxiv.org/abs/2605.12311v1>
- WUWT 2026: <https://wattsupwiththat.com/ocean-acidification/>