

Horgas Judit

# A SZÉN-DIOXID KIVONÁS NEHÉZSÉGEI: (E)MISSION IMPOSSIBLE

BESZÉLGETÉS JOST KEMPERREL

2023-04-16 | INTERJÚ



Jost Kemper fiatal német tudós a **CDRmare** kutatás egyik munkatársa. A szén-dioxid kivonás szükségességéről és a jelenleg kutatott, különféle módszerekről beszélgettünk.

## *Hogyan kezdett a szén-dioxid kivonás módszereivel foglalkozni?*

Hajózás tudományt és tengerészeti építészetet tanultam Kielben, az Alkalmazott Tudományok Egyetemén. Tanulmányaim során leginkább a folyadékdinamika keltette fel érdeklődésemet. Ez a tudományág a folyadékok mozgását vizsgálja és modellezi. Akkoriban persze inkább a hajózáshoz kötődően érdekelt, hogy miként mozognak a hajók a tengervízben. Amikor a szakdolgozatomhoz kerestem témát, elgondolkodtam, hogy bár mindez nagyon érdekes, annyi komoly kérdés van a világon, amely egész életmódunkat érinti, így inkább ezekre keresnék választ. Szakdolgozatomat a megújuló energiáról írtam, hogy miként lehet a hullámok energiáját elektromos árammá alakítani. Amikor a kiel GEOMAR Helmholtz Óceánkutatói Centrumból egy professzor segítséget kért egyetemi tanáromtól, hogy a szén-dioxid kivonással foglalkozó projekthez javasoljon valakit, aki modellezni tudja a folyadékok mozgását, a tanárom engem ajánlott, és 2019 óta ezen a projekten dolgozom.

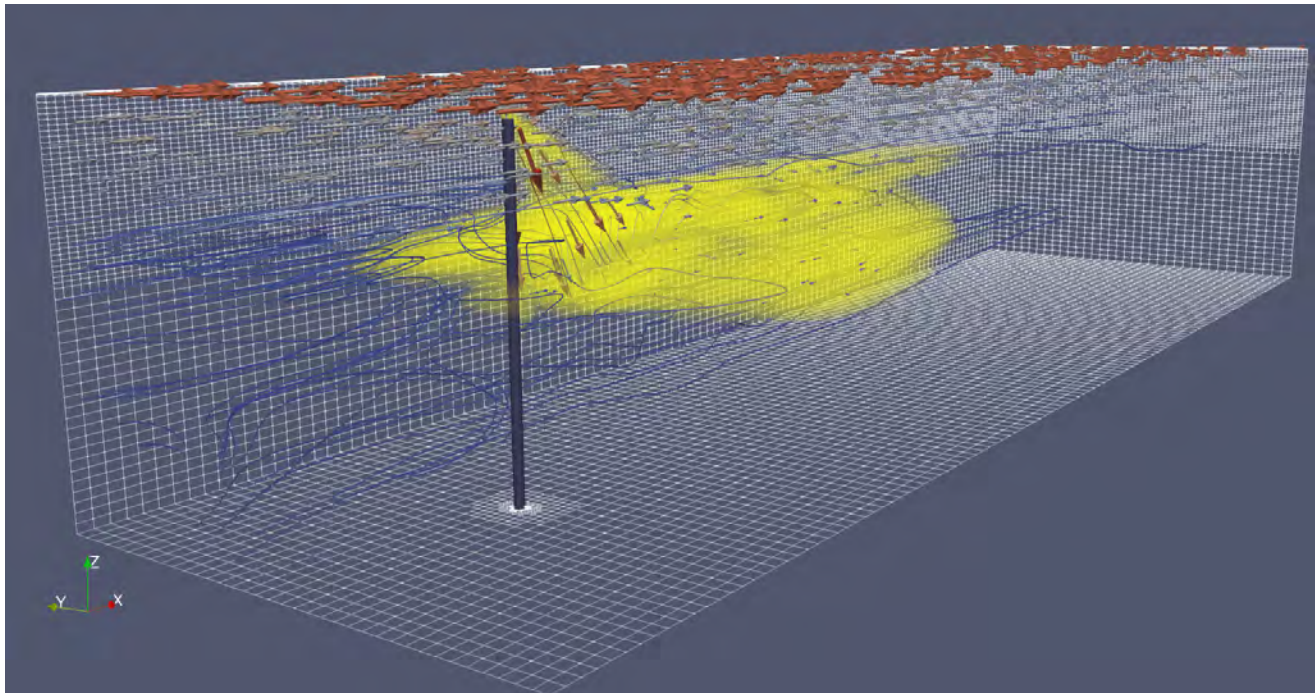
## *Mi a CDRmare kutatási témája?*

A klímaváltozás és az üvegházhatású gázok okozta problémákról mindenki hallott. Amíg üvegházhatású gázokat bocsátunk ki, a hőmérséklet emelkedni fog. De azt is tudjuk, hogy ha sikerül leállítani a kibocsátást, a hőmérséklet előbb-utóbb stabilizálódik, ezért a cél, hogy 2050-re elérjük a zéró kibocsátását. A hőmérséklet végleges szintje attól függ, hogy a cél eléréséig mennyi üvegházhatású gázt juttatunk a környezetbe.

**a zéró kibocsátás  
gyakorlatilag lehetetlen**

Ha nagyon optimistán azt reméljük, elérjük a célunkat 2050-ig, akkor is lesz némi maradvány szén-dioxid kibocsátás. Nem tudjuk teljes mértékben megváltoztatni az

életmódunkat, tehát a zéró kibocsátás gyakorlatilag lehetetlen. Szükségünk lesz betonra az épületekhez, lesznek ipari folyamatok, és a mezőgazdaság is termel szén-dioxidot. Csak úgy tudjuk elérni az összességében zéró szintet, ha a maradványt kivonjuk a légrétegből.



Kép: Jost Kemper, Fachhochschule Kiel

*Becslése szerint mi a legalacsonyabb szint, ahová lecsökkenthetjük a szén-dioxid kibocsátást?*

A jelenlegi kibocsátási szint 5–15 százaléka tűnik reálisnak. Ez azt jelenti, hogy hatalmas mértékben kell csökkentenünk a kibocsátást 2050-ig. Elképzelhetetlen, hogy a jelenleg kibocsátott mennyiségű szén-dioxidot bármilyen módszerrel eltávolítsuk a légkörből, de ha sikerülne 5-15 százalékra levinni, azzal már talán tudunk mit kezdeni.

*Hogyan?*

Jelenleg még nem áll rendelkezésünkre olyan technológia, ami képes erre. A kivonás számos különféle módját kutatják szerte a világban, próbálják feltárni a lehetséges kockázatokat és mellékhatásokat, megbecsülni a költségeket, megvizsgálják, kit hogyan érintene a különböző módszer alkalmazása. Mi itt Kielben közel vagyunk a tengerhez, ezért a mi kutatási feladatunk, hogy a vízhez kapcsolódó szén-dioxid kivonási megoldásokat kutassuk. Mivel a CO<sub>2</sub> kivonás hatalmas téma, Németországban jelenleg két kutatás folyik, a **CDRterra** a szárazföldi, a CDRmare a vízi lehetőségeket vizsgálja. Persze, a szárazföldi és vízi módszerek egy része

összekapcsolódik. Más nemzetközi kutatócsoportok más megközelítéseket használnak. Van olyan megoldás, hogy rögtön a forrásnál, a CO<sub>2</sub>-t kibocsátó gyárnál begyűjtik a szén-dioxidot, majd a föld alatt vagy a tenger mélyén tárolják. Sikerült olyan technológiát is kifejleszteni, ami kivonja a CO<sub>2</sub>-t a légkörből, és vannak megoldások, amelyek természetes folyamatokon alapulnak, például az erdősítés.

## felgyorsíthatóak a természetes folyamatok

A Föld ökoszisztémájának természetes képessége, hogy kivonja és tárolja a CO<sub>2</sub>-t, de ezek a folyamatok nem elég gyorsak, hogy elérjük a célunkat. Ezért a kutatók olyan módszereket keresnek,

amelyekkel felgyorsíthatóak a természetes folyamatok. A *fokozott mállás*nak nevezett módszer például igyekszik felgyorsítani a kőzetek felaprózódását, amelyek a természetes folyamatban egyre kisebb és kisebb darabokra törve lassan belemosódnak az óceán vízébe. Az óceán jelenleg egyre savasabb, mert sok CO<sub>2</sub>-t nyel el, de ha lúgos kőzetek kerülnek bele, azzal ellensúlyozni lehet a savasságot, és ezzel növekszik a víz CO<sub>2</sub>-elnyelő képessége.

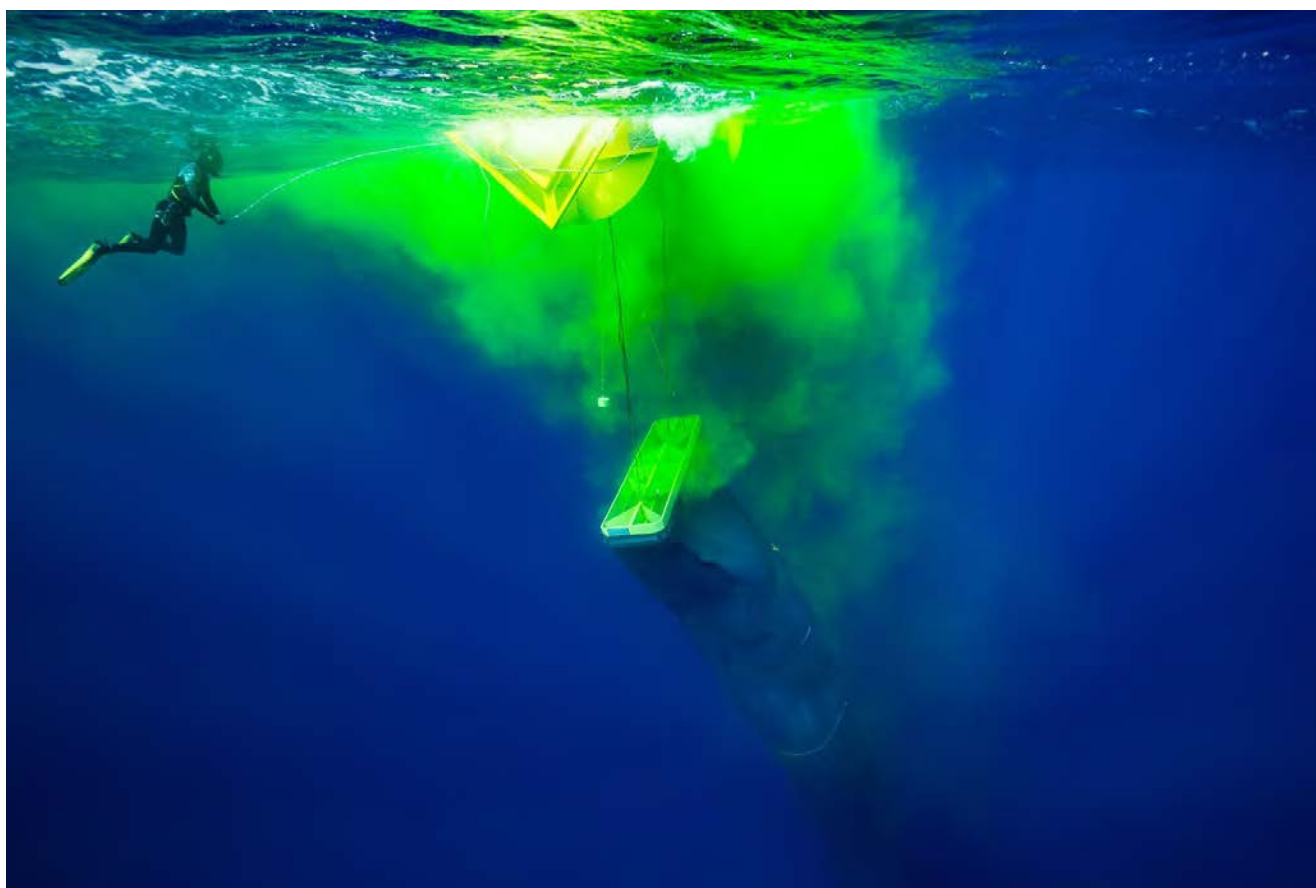
Az erdősítés vízi megfelelője a part menti ökoszisztémák vegetációjának növelése, amelyek szintén nagy mennyiségű szén-dioxid elnyelésére képesek. A tengerifű-rétek, szikes mocsarak, mangrove erdők nagyon hatékonyan kötik meg a CO<sub>2</sub>-t. Léteznek komolyabb technológiát igénylő módszerek is, például közvetlenül a levegőből is ki tudják vonni a szén-dioxidot. Ez azt jelenti, hogy mesterséges fákat építenek, amelyek megkötik a CO<sub>2</sub>-t, de persze arra is megoldást kell találni, hogy az így összegyűjtött CO<sub>2</sub>-t hol tároljuk. Most még kísérleti stádiumban vannak ezek a megoldási lehetőségek.

*Van már technológiánk a szén-dioxid tárolására?*

Igen, azt már sikerült kifejleszteni. Norvégiában például meglehetősen nagy mennyiséget tudnak tárolni. Az ipari folyamatok során összegyűjtött CO<sub>2</sub>-t olyan föld alatti kőzetrétegben tárolják, ahol korábban évezredekig földgáz volt, így

biztonságosan elzárható ott a CO<sub>2</sub>. Ennek a módszernek a fő előnye, hogy a szén-dioxid nem kerül a légkörbe, mert a kibocsátás előtt összegyűjtik.

A természetes folyamatok felerősítésének másik módja a CO<sub>2</sub> begyűjtéssel és tárolással egybekötött bioenergia előállítás. Úgy is csökkenthető a légkörbe kerülő szén-dioxid mennyisége, hogy amikor a biomasszából energiát nyernek, közben begyűjtik a CO<sub>2</sub>-t, csak hogy a biomassza mennyisége korlátozott. Jelenleg sok kutatás folyik, hogyan hasznosítható a begyűjtött CO<sub>2</sub>. Különböző eljárásokkal igyekeznek a szén-dioxidot megkötni az anyagokban, amelyeket aztán hosszú időn át használnak, például bioműanyag vagy építőanyag formájában. Ha az épületeket ilyen anyagokból építjük, és hosszú ideig fenntartjuk, használjuk, a CO<sub>2</sub> biztonságosan tárolható.



Fotó: Michael Sswat, GEOMAR Kiel

*Mivel foglalkozik a CDRmare kutatási projektben?*

A *mesterséges felemelés* nevű módszer vizsgálatában veszek részt, amely szintén egy természetes folyamat felerősítésén alapszik, amit biológiai karbonpumpának hívunk. Az óceán napsütötte felszínén a fitoplankton fotoszintézissel biomasszát állít elő a szén-dioxidból és más tápanyagokból. Az óceán felszínén ehhez kellő mennyiségű fény áll rendelkezésre, de sok helyen nincs elegendő tápanyag. Ha több tápanyagot tudunk bejuttatni a rendszerbe, növelni tudjuk a plankton biomasszát az óceán közepén is, ahol általában kevés az ilyen folyamat. A tápanyag bejuttatás legegyszerűbb módja, hogy az óceán mélyebb, tápanyagban gazdag, de fényhiányos rétegeiből felpumpáljuk a vizet a felszínre. Vannak olyan part menti területek, például Namíbiában és Peruban, ahol a tápanyagban gazdag víz természetes folyamatoknak köszönhetően kerül a felszínre, itt jelentős a fitoplankton mennyisége.

*Az óceánok szennyezése befolyásolja ezt a folyamatot?*

A szennyezés problémát okoz minden ökológiai szolgáltatás esetében, a haltenyésztéstől a szén-dioxid kivonásig. A mesterséges felemelést azonban nem befolyásolja jelentősen, mert azt inkább a nyílt óceáni területeken fogjuk alkalmazni, ahol a szennyezés kisebb, mint a part közelében.

*Sok ezer kis pumpát kell építeni vagy néhány hatalmasat, hogy hatékony legyen ez a módszer?*

Több tízezer pumpát kellene üzembe helyoznünk, és nem is túl aprókat. A mérték kérdése nagyon fontos szempont a kutatásban, mert hiába tűnik valami jó ötletnek, figyelembe kell vennünk a lehetséges mellékhatásokat, hogy mi történik, ha olyan nagyságban avatkozunk be, aminek már valóban van mérhető következménye. Fontos, hogy a módszer biztonságos legyen.

*Úgy tűnik, a túl sok technológiával tönkretett környezetet újabb technológiai megoldással próbáljuk rendbe tenni. Nem ellentmondás ez?*

Az a baj, hogy hacsak nem akarunk katasztrófát, ilyen megoldások nélkül esélyünk sincs elérni a kitűzött klímacélokat, és megállítani a globális melegedést. De mivel nem vagyunk teljes egészében tisztában a környezeti összefüggésekkel, soha nem mondhatjuk, hogy az alkalmazott módszer tökéletesen biztonságos. A tudományos kutatásnak nagyon fontos szerep jut. Ezek az eljárások rengeteg pénzbe kerülnek, és ha egy cég ebbe a területbe fektet pénzt, profitot is akar termelni. Ezért még azelőtt el kell végeznünk a tudományos kutatásokat, hogy a cégek megjelennek, és elkezdődik az anyagi szempontú nyomásgyakorlás. A mi feladatunk, hogy összegyűjtsük a tudományos információkat a nyilvánosság és a döntéshozók számára. A végső döntéseket aztán a teljes közösségnek kell meghoznia.



Fotó: Michael Sswat, GEOMAR Kiel

*Ön tudós, ugyanakkor a közösség tagja is. Alkalmazná ezeket a módszereket?*

Én személy szerint sok reményt fűzök ezekhez a módszerekhez, de most még korai lenne eldönteni, melyik lesz hatékony. Bízom benne, hogy találunk olyat, ami valóban biztonságos, de azt tartom legvalószínűbbnek, hogy több módszer együttes alkalmazása válik majd be, és így tudjuk majd a kockázatokat is kezelni. A legfontosabb azonban, hogy miközben a CO<sub>2</sub> kivonás módjait kutatjuk, a lehető leginkább csökkentsük a kibocsátás szintjét, hogy minél kevésbé szoruljunk ezekre a módszerekre. Ezzel a lehetséges mellékhatásokat is csökkentenénk.

*Milyen szakemberek vesznek részt a tengeri kutatásban?*

A legjobb ebben a projektben, hogy annyira széles látókörű. Van közöttünk sok tengerbiológus, számos kolléga a klímaváltozás modellezésén dolgozik, próbálják megbecsülni a különféle módszerek hatásait. Mások a társadalmi és gazdasági vonatkozásokkal foglalkoznak: Mi mennyibe kerül? Kinek válna haszna belőle és kit érintene negatívan?

*Csak Németországra fókuszálnak?*

A mesterséges felemelés módszerét nem tudjuk csak Németországban vizsgálni, de a projekt más kutatási területei is érvényesek az egész világra.

*Együtműködnek más kutatócsoportokkal?*

A CDRmare és a CDRterra kutatói bizonyos részterületeken szorosan együtműködnek. Szintézisen alapuló kutatásokat is végzünk, amikor különféle módszereket hasonlítunk össze egy általános keretrendszer szerint értékelve, hogy segítsük a döntéshozók munkáját. Számos nemzetközi kutatás tudósaival is együtműködünk.

*Tesztelték már a mesterséges felemeléshez szükséges pumpát?*





fotó: Diego Gutierrez, GEOMAR Kiel

Igyekszünk a számítógépes szimulációkat valós kísérletekkel is kiegészíteni. Ezek különféle mértékűek: van egy kis tesztartályunk az egyetemi laboratóriumban, ahol a víz rétegződését modelláljuk, a felső réteg melegebb, alul hidegebb. Mindent nagyon gondosan megmérünk és az adatokat összevetjük a számítógépes modellezés során szerzett adatokkal. Tavaly ősszel egy nagyobb prototípus tesztelésére is volt lehetőségünk a Kanári-szigetek közelében, ahol az óceán vize táplálékszegény a felszínen. A pumpa csöve két méter átmérőjű volt és kétszáz méter hosszú. Nagyon izgalmas kalandnak bizonyult a tesztelése.

### *Biztatóak voltak az eredmények?*

A tesztelés nem igazán sikerült. Úgy tűnik, sok mindent könnyű a laboratóriumban modellezni, de a valós életben váratlan kihívásokkal kell szembenézni, mint a hullámok meg az időjárási viszontagságok. A pumpát sikerült beüzemelnünk, el is kezdett működni, de három óra után tönkrement, így nem sikerült minden adatot begyűjteni, amit akartunk. Szóval hatalmas technológiai kihívás ez a módszer.

*Ha a tápanyagokat a felszínre hozzuk, nem károsítjuk a mélyebb vízrétegek ökoszisztémáját? Lehet, hogy olyasmivel játszunk, amit nem értünk pontosan?*

Ez valós kockázat, a laboratóriumi kutatásokat már csak ezért is a terepen végzett kísérletekkel kell folytatni. Azt is vizsgáljuk, hogy miként csökkenthetjük az esetleges károkat. Ha a nyílt óceánon helyezük el a pumpákat, ahol kevés biológiai folyamat zajlik a felszíni vízrétegben, csökken a kockázat, de még így sem szűnik meg, tehát nagyon óvatosnak kell lennünk. És ha sikeresek leszünk is, és megtaláljuk a megfelelő módszert, akkor is meg kell értenünk, hogy az emberiség nem folytathatja azt az életformát, ahogyan most él.

**Köszönjük FENYŐ ERVIN segítségét az interjú megszervezésében.**

További információk a kutatásról angol nyelven:

**[https://cdrmare.de/wp-content/uploads/2022/11/cdrmare17\\_Pressuretoact\\_ks\\_221123.pdf](https://cdrmare.de/wp-content/uploads/2022/11/cdrmare17_Pressuretoact_ks_221123.pdf)**

**<https://cdrmare.de/en/materialien/>**

**<https://www.youtube.com/embed/jlGWJVx382E>**

felső kép | Michael Sswat, GEOMAR Kiel