

pályázatot tizenkét európai demonstrációs CCS-projekt támogatására, aminek a klímára gyakorolt hatása kismértékű, de forradalmi és iránymutató lehet.

Kulcsszavak: *CO₂-leválasztás, CO₂-tárolás, olajipar, klímaváltozás, aquifer, mély, sósvizes tároló, leművelt szénhidrogénmező, monitoring, CO₂-kvóta*

IRODALOM

Barnola, J.-M. – Raynaud, D. – Lorius, C. – Barkov N. I.: *Historical Carbon Dioxide Record from the Vostok Ice Core*. • <http://cdiac.ornl.gov/trends/co2/vostok.html>

Kubus Péter: *CO₂ Storage Possibilities in Hungary*. • <http://www.mol.hu/repository/522201.pdf>

Monitoring CO₂ Underground in In Salah • <http://www.insalahCO2.com>

Tans, Pieter: *Atmospheric CO₂ at Mauna Loa Observatory* • <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>



TECHNOLÓGIAI MÓDSZEREK A SZÉN-DIOXID FÖLDTANI SZERKEZETEKBE TÖRTÉNŐ VISSZASAJTOLÁSÁRA

Deák Gyula

Bartha László

egyetemi docens, a kémiai tudomány kandidátusa

egyetemi tanár, a kémiai tudomány kandidátusa
bartha@almos.uni-pannon.hu

Pannon Egyetem Vegyészmérnöki és Folyamatmérnöki Intézet
Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék

A szén-dioxid-kibocsátás egyik csökkentési lehetősége a fosszilis energiahordozók égetése során keletkező CO₂ befogása és föld alatti tárolása (CCS).

A CO₂ befogására alkalmas módszerek három csoportba sorolhatók: az égetés utáni, égetés előtti és oxigénnel égető eljárások. Az égetés utáni befogás valamilyen oldószert alkalmaz az erőművi füstgázok CO₂-tartalmának megkötésére. Az égetés előtti módszerekben a fűtőanyagot levegővel vagy oxigénnel reagáltatják, majd a keletkező gázokat vízgőzzel alakítják CO₂ és hidrogén elegyvé. Ebből a CO₂-t eltávolítják, és a hidrogént fűtőanyagként használják. Az oxigénnel történő égetés során olyan füstgáz keletkezik, amely főleg szén-dioxidból áll, és potenciálisan alkalmas tárolásra. A befogott CO₂ tárolására a megfelelő földtani szerkezetekbe történő besajtolást alkalmazzák.

CO₂-források

A globális CO₂-emisszió mintegy 60%-át az erőművek és ipari létesítmények bocsátják ki

(IPCC, 2005). Kazánokban és kemencékben égetnek fosszilis fűtőanyagokat, és a füstgázokat jellemzően kéményeken keresztül bocsátják ki. Ezek nagy, telephelyhez kötött (rögzített) források, és alkalmasak arra, hogy azokat kiegészítsék CO₂-befogó egységekkel, amelyekben olyan nagy tisztaságú CO₂-áramot tudnak előállítani, amely alkalmas későbbi tárolásra. Néhány vegyipari eljárásban is keletkeznek olyan gázáramok, amelyek jelentős CO₂-források. Nagy forrásoknak az évi legalább 100 000 tonna szén-dioxidot kibocsátó forrásokat tekintik. Az ezeknél kisebb mennyiségeket kibocsátó telephelyeken lévő források az összes telephelyi forrásból származó CO₂-kibocsátásnak csak 1%-át adják. Az 1. táblázatban összefoglaltuk azoknak a gázáramoknak a jellemzőit, amelyek CO₂ befogásához számításba vehetők.

A táblázat adatai szerint a füstgázokban, különösen a földgázból nyert füstgázokban, kicsi a CO₂ parciális nyomása, ami megnehezíti a CO₂ elkülönítését. Ezzel szemben az ipari gázokban és bizonyos földgázokban a

Forrás	CO ₂ -koncentráció, térfogat%, száraz	a gázáram nyomása, MPa	átlagos kibocsátás forrásoként, Mt CO ₂ /év
<i>Erőművi füstgázok</i>			
gázkazánok	7–10	0,1	1,01
gázturbinák	3–4	0,1	0,77
olajkazanok	11–13	0,1	1,27
szénkazanok	12–14	0,1	3,94
<i>Finomítói kemencék</i>	8	0,1	1,25
<i>Vegyipari gázáramok</i>			
ammóniagyártás	18	2,8	0,58
etilénoxid-gyártás	8	2,5	0,15
hidrogéngyártás	15–20	2,2–2,7	
metanolgyártás	10	2,7	
<i>Földgázfeldolgozás</i>	2–65	0,9–8	

1. táblázat • Szén-dioxid-források

CO₂ parciális nyomása kedvezőbb, és a füstgázokkal szemben kevesebb bennük a CO₂-elválasztást nehezítő szennyező komponens is (például: SO₂, NO_x).

CO₂-befogás

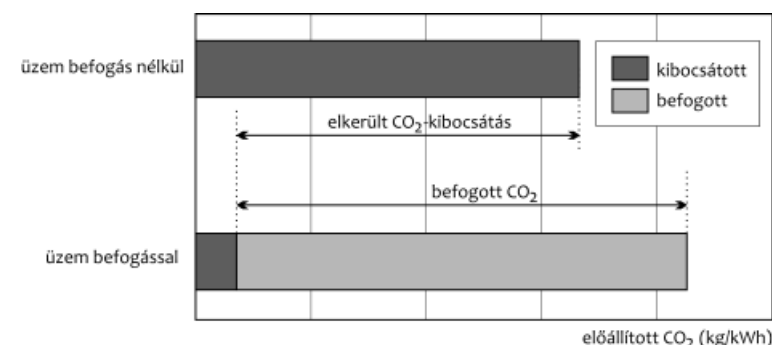
A CO₂-befogás célja olyan koncentrált anyagáram előállítása, amely könnyen szállítható egy szén-dioxidot tároló helyre (IPCC, 2005). A továbbiakban a CO₂-befogás alatt mind a CO₂-tartalmú gázok megfogását, mind azokból a CO₂ kiválasztását is értjük, az angol *CO₂ capture* kifejezés mintájára.

A CO₂-befogással jelenleg főleg élelmiszeripari minőséget, illetve a kitermelt kőolaj mennyiségét CO₂-besajtolással növelő (EOR – Enhanced Oil Recovery) eljárásokhoz szükséges minőséget állítanak elő. Az élelmiszeripari felhasználáshoz legalább 99,9 térfogat% CO₂-tartalmú gáz előállítása szükséges, és a szennyező komponensek mennyiségét is szigorúan korlátozzák (Wittemann, 2007). A föld alatti tároláshoz, illetve az EOR-besajtoláshoz nincs CO₂-szabvány. Az ENCAP (EU

Enhanced Capture of CO₂ Program) kétféle előírást alkalmaz irányelveiben, egy 90%-os enyhébbet és egy 95%-os szigorúbbat (Sarifim, 2007). A korrozív komponensek (például: víz, SO₂, HCN, NO, H₂S) mennyiségét erősen korlátozzák, szigorúbb esetben ezek megengedett koncentrációja legfeljebb 5 ppm lehet.

A CO₂-befogást leginkább nagy, központosított forrásoknál alkalmazhatják, amilyenek az erőművek és a nagy ipari létesítmények. Az eljárás energiaigénye csökkenti az áramtermelés hatékonyságát, nagyobb tüzelőanyag-felhasználáshoz vezet, ezért a CO₂-befogás környezeti hatása is nagyobb (1. ábra).

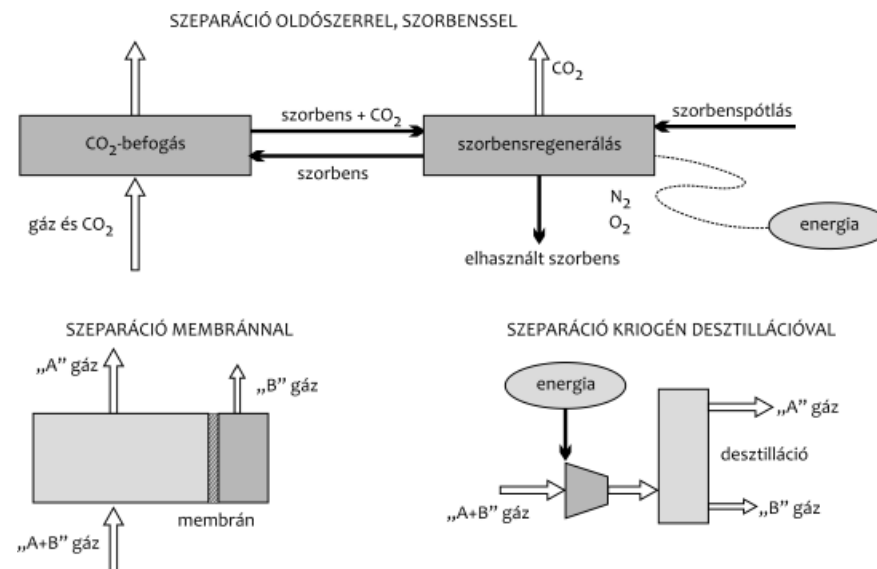
Jelenleg a CO₂-t rutinszerűen választják el néhány nagy ipari üzemben, például gázfeldolgozó üzemekben, ammóniagyárakban, de ez a gyártási követelmények miatt és nem tárolás céljából történik. A CO₂-befogást néhány kisebb erőmű esetében is alkalmazzák. Nagy CO₂-kibocsátó erőművek esetében még csak tervezési fázisban van az eljárás megvalósítása.

1. ábra • CO₂-kibocsátás befogás nélkül és befogással

A feladat általában a CO₂ kinyerése kis CO₂-tartalmú gázokból. Három nagyobb CO₂-befogási út alakult ki.

Az *égetés utáni befogások* során a füstgázt olyan berendezésen vezetik keresztül, amely a CO₂ legnagyobb részét elkülöníti. A CO₂-t tárolóba vezetik, a füstgáz többi részét kiengedik a levegőbe. Általában abszorpciós módszereket alkalmaznak, a többi eljárás közel sem ilyen jól kidolgozott és versenyképes.

Az *égetés előtti* megoldásnál a fűtőanyagot oxigénnel vagy levegővel és/vagy vízgőzzel reagáltatják, amikor szintézisgázt állítanak elő, ami szén-monoxidból és hidrogénből áll. A szén-monoxidot konverterben vízgőzzel katalitikusan reagáltatják, hidrogén és szén-dioxid keletkezik. A CO₂-t a termékéből vagy fizikai, vagy kémiai abszorpcióval eltávolítják. A keletkező hidrogént számos területen lehet tüzelőanyagként alkalmazni, például kazánok-

2. ábra • CO₂-befogási technológiák

ban, kemencékben, gázturbinákban, gázmotorokban és üzemanyagcellákban. Ezeket a rendszereket stratégiaileg fontosnak tekintik, de 2004-ben az összes hidrogént alkalmazó kapacitás az integrált elgázosítást alkalmazó kapcsolt ciklusos (IGCC) üzemekben csak 4 GW volt, ami az összes kapacitás 0,1%-a.

Az oxigénes égetésnél közel tiszta oxigént alkalmaznak levegő helyett, így olyan füstgáz keletkezik, mely főleg CO₂-ből és H₂O-ból áll. Ebből a CO₂ könnyen elkülöníthető. A lánghőmérséklet igen magas, ezt CO₂-ben és/vagy H₂O-ban gazdag füstgáz recirkulálásával lehet csökkenteni.

A szén-dioxidot bizonyos ipari technológiai áramokból már nyolcvan éve befogják, de az így befogott CO₂-t leginkább kiengedik a levegőbe. A legjelentősebb példa erre a megoldásra jelenleg a földgáz tisztítása, az ammónia, alkoholok és szintetikus fűtőanyagok előállításához használt szintézisgáz gyártása. A legtöbb esetben az égetés utáni eljárásokhoz hasonló módon történik ezekben az esetekben is a CO₂ befogása.

A különböző CO₂-befogási technológiákat a 2. ábrán (IPCC, 2005) foglaltuk össze. Az oldószerreladszorbenssel való befogásnál a CO₂-tartalmú gázt cseppfolyós vagy szilárd adszorbenssel érintkeztetik, amely megköti a CO₂-t. A regenerálást egy másik edényben végzik, például melegítéssel vagy nyomáscsök-

kentéssel. A regenerált oldószert vagy adszorbent visszavezetik az első edénybe.

A membrános eljárás olyan anyagokkal dolgozik, amelyek szelektíven engedik át a velük érintkező komponenseket. Néhány ipari eljárás hatalmas méretű, pl. a CO₂ elválasztása földgázból, de a füstgázok CO₂-tartalmának befogására még nem dolgoztak ki megbízható és olcsó membrános eljárást.

A CO₂-befogás harmadik lehetősége a kriogén desztilláció, amellyel a CO₂ is elkülöníthető más gázoktól. Fel lehet használni a módszert viszonylag tiszta (például oxigénes égetés során keletkező) CO₂-áramok további tisztítására, a CO₂ földgázból való kinyerésére vagy a konvertált szintézisgázból a CO₂ kinyerésére.

A jelenleg alkalmazott elválasztási módszereket a 2. táblázatban foglaltuk össze.

Sürgős megvalósításokor elképzelhető, hogy a CO₂-befogást régi berendezések felújításával lehet megoldani. A régebbi, rossz hatékonyságú üzemek felújítását elvégezhetjük úgy is, hogy a régi kazánokat, turbinákat új, nagy hatásfokú egységekre cseréljük, és ekkor a befogással épített üzemek hatékonysága elérheti a korábbi, befogás nélküli egységek hatékonyságát is.

Van néhány technológiai áram, amelyből az égetéssel nyert füstgázokhoz képest sokkal könnyebben lehet a CO₂-t kinyerni.

	technológiai áram	égetés utáni befogás	oxigénes égetés	égetés előtti befogás
elválasztási feladat	CO ₂ /CH ₄	CO ₂ /N ₂	O ₂ /N ₂	CO ₂ /H ₂
oldószeres	fizikai és kémiai oldószerek	kémiai oldószerek		fizikai és kémiai oldószerek
membrános	polimeres			
kriogén			desztilláció	

2. táblázat • CO₂-befogási technológiák

A földgáz különböző mennyiségű CO₂-t tartalmazhat, amelyet el kell esetleg távolítani, hogy a földgáz megfeleljen a specifikációknak. Átlagosan 4 térfogat%-ra becsülhető a földgáz CO₂-tartalma. Ha a 2003-ban kitermelt 2618,5 milliárd m³ földgáz feléből 2%-ig kivonnák a szén-dioxidot, az 50 millió tonna CO₂-t jelentene. 2005-ben Norvégiában a Sleipner mezőn, Algériában az in-szaláhi (In Salah) mezőn fogtak be és tároltak egy-egy millió tonna szén-dioxidot.

Az Egyesült Államokban évi 6,5 millió tonna CO₂-t használnak az olajkitermelés növelésére. Feltételezik, hogy ennek jelentős része a rezervoárban marad.

Az antropogén CO₂-emisszió legnagyobb része erőművekből származik. A füstgázok rendszerint atmoszferikus nyomásúak. A kis nyomás és a nagy nitrogéntartalom miatt a CO₂-befogó berendezések hatalmas méretűek, és működtetésük során jelentős mennyiségű gázt kell áramoltatni, például egy kapcsolt ciklusú földgáztüzelésű erőműben akár 5 millió m³/h-nyit is. A CO₂-tartalom függ az alkalmazott fűtőanyagtól és technológiától. A kapcsolt ciklusú földgáztüzelésű erőművekben jellemzően 3% a CO₂ a füstgázban.

Az égetés utáni CO₂-befogásra a legkedveltebb jelenlegi eljárások aminosokat alkalmaznak.

Ezek a legnagyobb oldóképességűek, legszelektívebbek, legkisebb az energiaigényük, összehasonlítva más technológiákkal. Az abszorpciós eljárások iparilag is elterjedtek (pl. a UOP Amine Guard FS eljárását több mint négyszáz üzemben alkalmazták 2000-ben (UOP, 2000), ám még nem valósították meg olyan kapacitással, amelyet az erőművi alkalmazás igényelne. Az aminos CO₂-befogás végén jellemzően 99,9%-nál tisztább CO₂-t kapunk 50 kPa túlnyomáson.

Az égetés utáni CO₂-befogásra három eljárást alkalmaznak kiterjedten:

A Kerr–McGee/ABB Lummus Crest-eljárással koks- és kőszéntüzelésű kemencék füstgázaiból nyerik ki a CO₂-t 15–20%-os vizes monoetanol-amin (MEA) oldatot alkalmazva. A legnagyobb üzem két párhuzamos egységgel naponta 800 t CO₂-t fog be.

A Fluor Daniel ECONAMINE Plus eljárása 30%-os vizes MEA-oldatot használ olyan inhibitorral, amely oxigén jelenlétében megakadályozza a szénacél korrózióját. 320 t CO₂/nap kapacitásig számos üzemben alkalmazzák az élelmiszeriparban és karbamid gyártásához.

A Kansai Electric Power Co. és a Mitsubishi Heavy Industries KEPCO/MHI eljárása sztérikusan gátolt aminosokat alkalmaz, és

Jellemzők	MEA	CAP	CAP előnyösebb?
CO ₂ kapacitás, kg/kg oldat	0,04–0,06	0,10–0,15	+
reakcióhő, kJ/kg	1907	604	+
abszorpció hőmérséklete, °C	50–60	2–15	-
regeneráció hőmérséklete, °C	115–130	90–130	egyforma
regeneráció nyomása	103–207 kPa	2,07–4,14 MPa	-
oldószerpótlás költsége, USD/t	800–1200	100–200	+
oldószerpótlás kg/t CO ₂	2	0,2	+
H ₂ O/CO ₂ a regenerálás után	0,8–1,5	0,01–0,05	+

3. táblázat • Az aminos és ammóniás eljárások összehasonlítása

Malajziában egy karbamidüzemben működik. Inhibitorok vagy adalékok nélkül kis oldószerfogyást értek el, napi 200 t CO₂-t fogtak be, ami egy 10 MW-os porszéntüzelésű erőmű füstgázának felel meg.

Az aminos üzemeknek versenytársa jelentkezett 2009-ben. Az Alstom cég az American Electric Power mountaineeri (West Virginia) erőművében üzembe helyezte az első hűtött ammóniát alkalmazó CO₂-befogó egységét (Chilled Ammonia Process – CAP). A két eljárást hasonlítjuk össze a 3. táblázatban.

Az abszorpció CO₂-befogás energiaigénye jelentős. A széntüzelésű erőművek esetében 20–25%-kal, míg földgázüzelés esetén mintegy 15%-kal nő a fűtőanyagigény a CO₂-befogás, -komprimálás következtében.

A hidrogéngyártáshoz használnak *adszorpció*s eljárásokat is a CO₂ szintézisgázból történő eltávolítására. Füstgázokból CO₂ kinyerésére még nem dolgoztak ki ipari eljárást.

Membránokat használnak a CO₂ eltávolítására földgázból nagy nyomáson és nagy CO₂-tartalom mellett. A füstgázok alacsony nyomásúak, és a kis parciálisnyomás-különbség miatt kicsi a hajtóerő a membrános eljárásokhoz. A jelenlegi ipari membránok esetében nagyobb energiaigény lép fel, és kevesebb CO₂ távolítható el, mint az aminos eljárások esetében.

Az *oxigénes égetés* elemeit az alumínium-, vas- és acéliparban, valamint az üvegiparban használják. A legfontosabb elválasztási lépést, a levegő szétválasztását ipari méretekben alkalmazzák.

Erőművi kazánok és olajfinomítói kimenécek felújításának vizsgálata azt mutatta, hogy ezekben műszakilag versenyképes költségek mellett az oxigénes égetés megoldható. Az oxigénnel működő kazánok esetében módosítani kell az égőket, új oxigénbefúvató rend-

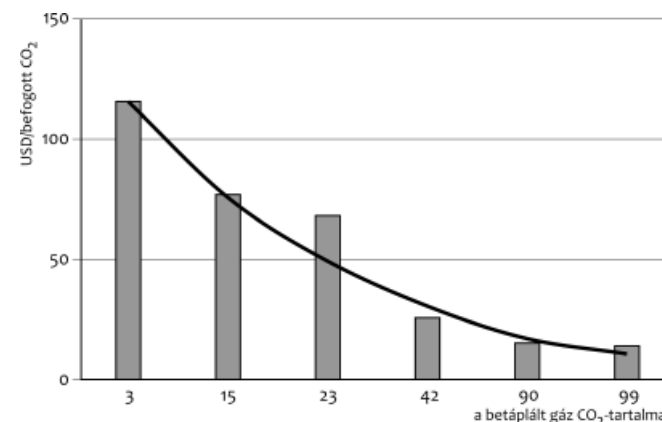
szert kell kiépíteni, akárcsak új füstgáz-recirkuláló rendszert is, külön ventilátorral. Ezek viszonylag olcsón megoldhatók, és a változtatások hatására nő a kazán hatásfoka a forró füstgázok recirkulálása miatt.

2010 januárjában helyezték üzembe Lacqban (Délnyugat-Franciaország) a Total-Air-Liquide CCS üzemét, amelyben oxigénnel elégetett földgázból nyert szén-dioxidot sajtolnak kimerült földgázmezőbe.

A CO₂ *égetés előtti befogását* korábban aminos vagy kálium-karbonátos abszorpcióval végezték, ma is sok ilyen üzem működik. A korszerű eljárások nyomásváltós adszorpciót (PSA) alkalmaznak, amelyek 99,999%-os tisztaságú hidrogént állítanak elő, de a kevésbé tiszta (40–50%-os) szén-dioxidot kiszellőztetik az atmoszférába. Ezért ha CO₂-befogást akarnak végezni, akkor a füstgázokból valamilyen abszorpciósi módszerrel ki kell a szén-dioxidot nyerni, vagy a PSA-módszert alakítják úgy, hogy a tiszta hidrogén mellett tiszta CO₂ és füstgáz legyen a művelet három terméke.

Erőművekben égetés előtti CO₂-eltávolítást még nem alkalmaztak. A számítások azt mutatják, hogy a földgáz alapú, kapcsolt ciklusú gázturbinák hatásfoka 56%-ról 48%-ra csökkenne (fűtőértékre számolva), amennyiben égetés előtti CO₂-befogást alkalmaznának. A gázturbinás kapcsolt ciklusok esetében a termikus hatásfok javulása várható, ami 2020-ra akár a 65%-ot is elérheti. Ez azt jelentheti, hogy akkor a CO₂-befogással épített ciklus hatásfoka megegyezne a mai befogás nélküli ciklus hatásfokával.

A CO₂-befogás költsége erősen függ a CO₂-tartalmú gáz összetételétől (3. ábra) (Thambimuthu, 2003b). Ha a CO₂-tartalom 3%-ról 99%-ra nő, a CO₂-befogás költsége tizedére csökken. Az aminos mosással ezek az értékek elérhetők.



3. ábra • A CO₂-befogás költsége a kiindulási gáz CO₂-tartalmának függvényében

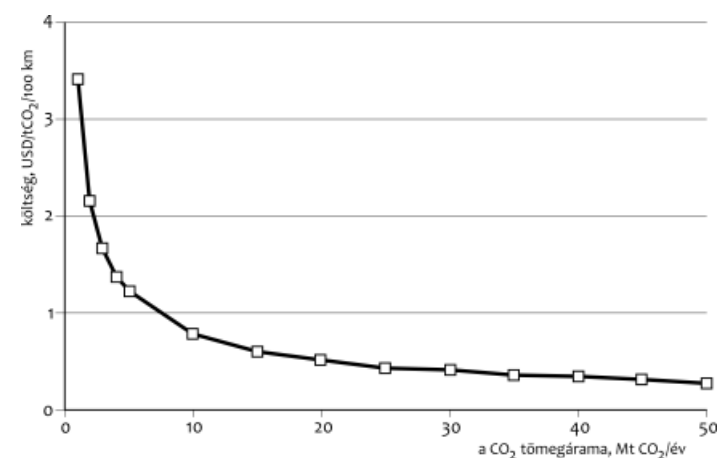
A CO₂-t a szállításhoz elő kell készíteni (Thambimuthu, 2003a). El kell távolítani a víztartalmát, hogy megakadályozzák a csövezeték korrózióját. A CO₂ erősen lehül a nyomáscsökkenés hatására. A szállítást cseppfolyós vagy szuperkritikus állapotban végzik 80 bar feletti nyomáson, általában 110 bar körül.

A CO₂ szállítása

A CO₂ csövezeteki szállítását az Egyesült Államokban megoldották. Több mint 2500

km-nyi csövezeték építettek ki, amelyen évi 50 millió tonnányi természetes eredetű CO₂-t szállítanak az EOR-projektekhez, főleg Texasba. Az alkalmazott nyomások 10 és 80 MPa közöttiek (1 Pa = 10⁻⁵ bar).

A CO₂ szállításának költsége erősen függ a szállított mennyiségtől (4. ábra). Míg 0,1 Mt/év esetében egy tonna szén-dioxidot 100 km-re 13 USD-ért lehet csövezetéken szállítani, 5 millió tonna/év esetében ez az érték már csak 1,1 USD, de 50 Mt/év esetében csak



4. ábra • A csövezetékes CO₂-szállítás költsége a szállított mennyiség függvényében

fél dollárba kerül egy tonna CO₂ szállítása 100 km-re (Thambimuthu 2003a; Herzog-Golomb, 2004).

A CO₂ tárolása

A CO₂ tárolására legalkalmasabbnak a geológiai tárolást tartják. Ennek három lehetősége ismert: olaj- és gázrezervoárookban, mély, sós formációkban és bányászhatatlan kőszéntelepekben.

Jelenleg négy CCS-projekt működik ipari méretekben (Audus, 2007; Statoil, 2007). Mindegyik közel egymillió tonna CO₂-t tárol évente. Ez durván egyetlen 500 MWe-os szénerőmű által évente kibocsátott 3 millió tonna CO₂ befogásának felel meg.

A működő és beruházás alatt álló CO₂-befogó és -tároló projekteket megvizsgálva

megállapíthatjuk, hogy a sikeres CCS-hez az alábbiak szükségesek:

- olcsó, nagy mennyiségű és tartósan hozzáférhető CO₂-forrás;
- a CO₂-forrás és tárolóhely közelsége, vagy a CO₂ megfelelő kezeléséhez szükséges infrastruktúra közelsége, hogy a CO₂-szállítás költségeit csökkenteni lehessen;
- megfelelő tárolóhely;
- ha a projekt EOR-ral is összeköthető, a pénzügyi feltételek jelentősen javulnak, különösen, ha a CO₂-emisszió csökkentésének pénzügyi mechanizmusait is lehet alkalmazni.

Kulcsszavak: *szén-dioxid-befogás, harmadlagos kőolaj-kitermelés, abszorpció, szén-dioxid-szállítás, szén-dioxid-tisztítás*

IRODALOM

- Audus, Harry (2007): *Carbon Capture and Storage (CCS)*. Workshop on Energy Efficiency and CO₂ Reduction. Ho Chi Minh City, Viet Nam, 12–14 Mach 2007. • http://vmfiweb.uni-pannon.hu/images/irodalom/2007_tech_hcmc_audus.pdf
- Herzog, Howard J. – Golomb, Dab (2004): Carbon Capture and Storage from Fossil Fuel Use. In: Cleveland, Cutler J. (ed.): *Encyclopedia of Energy*. Elsevier, New York, 277–287. A szöveg más forrásból: • http://sequestration.mit.edu/pdf/encyclopedia_of_energy_article.pdf
- IPCC (2005): *IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage*. Cambridge University Press • <http://vmfiweb.uni-pannon.hu/images/irodalom/ipcc2005.pdf>
- Sarofim, Adel (2007): *Oxy-fuel Combustion: Progress and Remaining Issues*. International Oxy-Combustion Research Network, Windsor, CT, 25–27 January 2007. • <http://www.co2captureandstorage.info/docs/oxyfuel/MTG2Presentations/Session%20>

- 01/03%20-%20A.%20Sarofim%20(University%20of%20Utah).pdf
- Statoil (2007): *Snøhvit - ny energihistorie i kalde nord (Snøhvit, The World's Northernmost LNG Project)* • <http://www.statoil.com/statoilcom/snøhvit/svg02699.nsf?OpenDatabase&lang=en>
- Thambimuthu, Kelly (Kailai) (2003a): *Canadian CC&S Technology Roadmap and CO₂ Capture & Transport*. • http://vmfiweb.uni-pannon.hu/images/irodalom/co2_roadmap_for_canada_kthambimuthu.pdf
- Thambimuthu, Kelly (Kailai) (2003b): *CO₂ Capture and Storage Technology Roadmap*. • http://vmfiweb.uni-pannon.hu/images/irodalom/co2trm1_kthambimuthu_strawman.pdf
- UOP (2000): *Amine Guard™ FS Process*. • <http://vmfiweb.uni-pannon.hu/images/irodalom/amineguardfs.pdf>
- Wittemann Co. (2007): *Typical Food Grade Carbon Dioxide Specification*. • http://vmfiweb.uni-pannon.hu/images/irodalom/food_grade_co2.pdf

Tanulmány

A TUDOMÁNYOS SIKER KETTŐS TERMÉSZETE: FIATAL KUTATÓK ÉS A SIKER*

Palló Gábor

MTA doktora, tudományos tanácsadó,
MTA Kutatásszervezési Intézet

A tudományban éppen úgy, mint az élet más területein, a pályákat a sikerek és kudarcok rajzolják meg, még ha nincs is egészen pontos fogalmunk arról, mit értsünk sikeren vagy kudarcra speciálisan a tudományban. Ebben az írásban azt próbálom körüljárni, milyen fogalmat alkothatunk a tudományos sikerről általában, hogyan befolyásolja a sikert az életkor, illetve, hogyan lehet elérni a sikert, másrészt, hogyan lehet elősegíteni a sikerességet. Mindez egy konkrét kutatás összefüggésében merült fel. Az MTA kutatásszervezési Intézete több éves kutatást végzett a fiatal kutatók, közelebről a biológusok magyarországi helyzetéről. A munka során kitént, hogy biológuskutatók sorsát sokféle tényező befolyásolja, pályájuk nehezen kiszámítható, nehezen lehet előre jelezni, még akkor is, ha a statisztika, illetve bizonyos karriermodellek valamilyen mintát esetleg elénk vetítenek. Érdekes-

nek látszott néhány alapfogalmat, köztük a sikerességet külön is végiggondolni.

Az ügy azért sem egyszerű, mert intellektuális területeken a siker kettős természetet mutat, azaz elvileg nem esik egybe az eredményes tudományos munka a társadalmi elismeréssel. A kitüntetések, ösztöndíjak és társaik nem szükségképpen fejezik ki a kutató eredményességét, és fordítva: a kiemelkedő tudományos eredmény nem feltétlenül kapja meg a szociológiailag könnyen megragadható társadalmi elismerést. Mintha eltérő értékelő rendszerek működnének, melyek azonban nem függetlenek egymástól.

Másrészt kérdéses, indokolt-e speciálisan fiatal kutatók sikereiről beszélni, azaz indokolt-e a siker szempontjából megkülönböztést tenni a kutatók között életkor szerint, vagy azt kell mondanunk Robert Merton normái alapján, hogy a tudományos siker nem köt-

* Ez az írás minimális különbséggel megjelent a Moseniné Fried Judit – Tolnai Márton (szerk.): *Fiatal kutatók: Az életpálya kezdete*. Budapest: Typotex, 2010 című kötetben. Köszönettel tartozom a szerkesztőknek

és a kiadónak, hogy engedélyezték a közlést. A kutatást az MTA Kutatásszervezési Int. által elnyert NKFP-B4-2006-011. számú Jedlik Ányos pályázati program keretében végeztem.