

NEOPRAVDANA SKEPSA OKO ODLAGANJA UGLJIČNOG DIOKSIDA U ISCRPLJENA LEŽIŠTA

dr. sc. Stevo KOLUNDŽIĆ, dipl. ing.

U globalnom onečišćavanju ugljičnim dioksidom energetski sektor sudjeluje s više od 40%. U tom udjelu najveći dio otpada na ugljen kao gorivo u proizvodnji električne energije. [4] Zastupljenost fosilnih energenata (nafte, plina i ugljena) u ukupnoj potrošnji u svijetu nije brzo i lako zamjenjiva ni čistim energentima (npr. vodikom) ni iz obnovljivih izvora. Zbog toga se traže prijelazna rješenja. Europska unija je stala iza strategije '20 - 20 - 20' što se odnosi na smanjenje energetskog intenziteta (time i uštede) za 20%, smanjenje onečišćenja za 20 % i povećanje udjela obnovljivih izvora energije za 20 %, a sve to do 2020. godine. Za smanjenje onečišćenja, posebice u energetskom sektoru, u EU-u i SAD-u se pripremaju projekti (a neki su već u radu) izdvajanja i pospremanja CO₂ u hermetički zatvorene geološke formacije, a takve su u iscrpljenim plinskim i naftnim ležištima. Oko podobnosti takvih rješenja, budući da se radi o formacijama koje su milijunima godina čuvale rezerve nafte i plina te njihove uporabivosti za skladištenje CO₂ nakon što su te rezerve iscrpljene, nema mjesta za skepsu.

Povod za ovaj članak je došao čitanjem prenesenog članka iz 'The Economist' od 7. ožujka 2009. koji je tiskan u 'HEP Vjesniku' br. 224 (264) od rujna 2009. godine (str. 36. - 37). [1] Iz tog članka izvire skepsa glede pospremanja ugljičnog dioksida u geološke formacije kao načina očuvanja atmosfere od prekomjernog onečišćenja.

Čini se da su dva izvora nevjerice u tehnologiju izdvajanja CO₂ iz otpadnih plinova na mjestu izvora onečišćenja te njegovog transporta, utiskivanja i pospremanja u podzemne spremnike (glede spremnika, ovaj članak govori samo o iscrpljenim naftnim i plinskim ležištima). Jedan izvor skepse proizlazi iz nepoznavanja osnova naftne geologije, a drugi je u bojazni od prekomjernih troškova kojima se tereti svaka jedinica proizvođne električne energije.

U članku se spominje norveško iskustvo utiskivanja u naftno polje Sleipner, gdje je utiskivanje započelo prije 13 godina. Provodi ga ugledna naftna tvrtka StatoilHydro. Stoga je autor odlučio dati dodatne podatke o tom projektu,

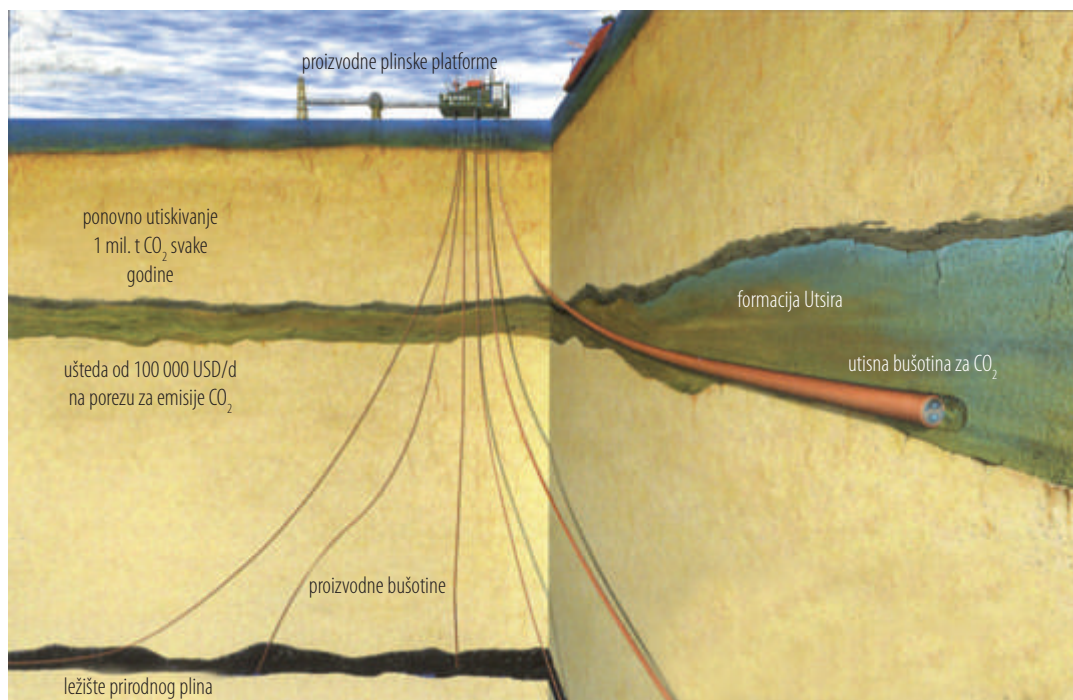
ali i drugom koji se priprema na proizvodnom polju Snøhvit koje je počelo s proizvodnjom 2007. godine. Operator je ista naftna tvrtka, dok ExxonMobil i druge naftne tvrtke također pripremaju takve usluge korištenjem:

- polja koja su u radu pa utiskivanjem CO₂ u ležište nafte povisuju tlak u njemu i pospješuju ispiranje nafte iz njega te imaju konačni učinak povećanja iscrpka nafte (to su metode unaprjeđenog, dakle povećanog crpljenja, odnosno eng. EOR - enhanced oil recovery ili IOR - improved oil recovery)
- utiskivanja u iscrpljena naftna ili plinska ležišta.

I jedan i drugi pristup omogućuju proces nazvan izdvajanjem i pospremanjem CO₂ (eng. CCS - carbon capturing and storage).

Pozadina interesa za odlaganje CO₂ u iscrpljene formacije

U cjelokupnom geološkom vremenu nastajali su razni procesi ispuštanja CO₂ u atmosferu: eruptivnim procesima iz geoloških formacija ili



Ilustracija 1
Shema objekata za proizvodnju plina i pospremanje CO₂ [2]

velikim požarima. Nakon početka industrijske revolucije i korištenja ugljena kao energenta značajno je povećano to ispuštanje. Danas dostignuta razina onečišćenja, od povijesnih 280 ppm na aktualnih 370 ppm, s procjenom udvostručenja do kraja 21. stoljeća ako se ništa ne poduzme, donijela bi nepopravljive klimatske promjene. Povećanje udjela stakleničkih plinova u atmosferi prijeti klimatskim promjenama, a topljenje arktičkog leda je pojavni oblik koji se opravdano koristi kao dokaz tog trenda.

Norveška tvrtka Statoil (kasnije spojena s tvrtkom Norsk Hydro u StatoilHydro, koji se danas ubraja u skupinu velikih međunarodnih naftnih tvrtki) odlučila je dati doprinos smanjenju onečišćenja atmosfere s CO₂ provođenjem njegovog utiskivanja u ležišta. To se počelo provoditi na proizvodnom polju Sleipner, a u tijeku su pripreme za drugo polje, Snøhvit (il. 1).

Elementi projekta utiskivanja CO₂ u polje Sleipner

Kada je plinsko-kondenzatno polje Sleipner pripremano za proizvodnju (1990. godine), u ležištu je bilo oko 9% CO₂ više od dopuštene količine u pridobivenom plinu po specifikaciji za plin u potrošnji pa je donesena odluka da se taj udio izdvoji iz sadržaja plina. U Norveškoj je 1991. godine stupio na snagu porez na ispuštanje CO₂, koji je poticao procese zbrinjavanja. Do 2007. godine taj porez je narastao na 50 USD/t ispuštanja. Za utiskivanje CO₂ su odabrane formacije

pješčenjaka (formacije Utsira) koje nisu bile proizvodne, ali su bile ispunjene slanom vodom (na dubini 800 - 1000 m ispod dna mora) te su imale svoju podinu i krovinu pa su činile hermetički zatvoren hidraulički sustav u blizini polja Sleipner.

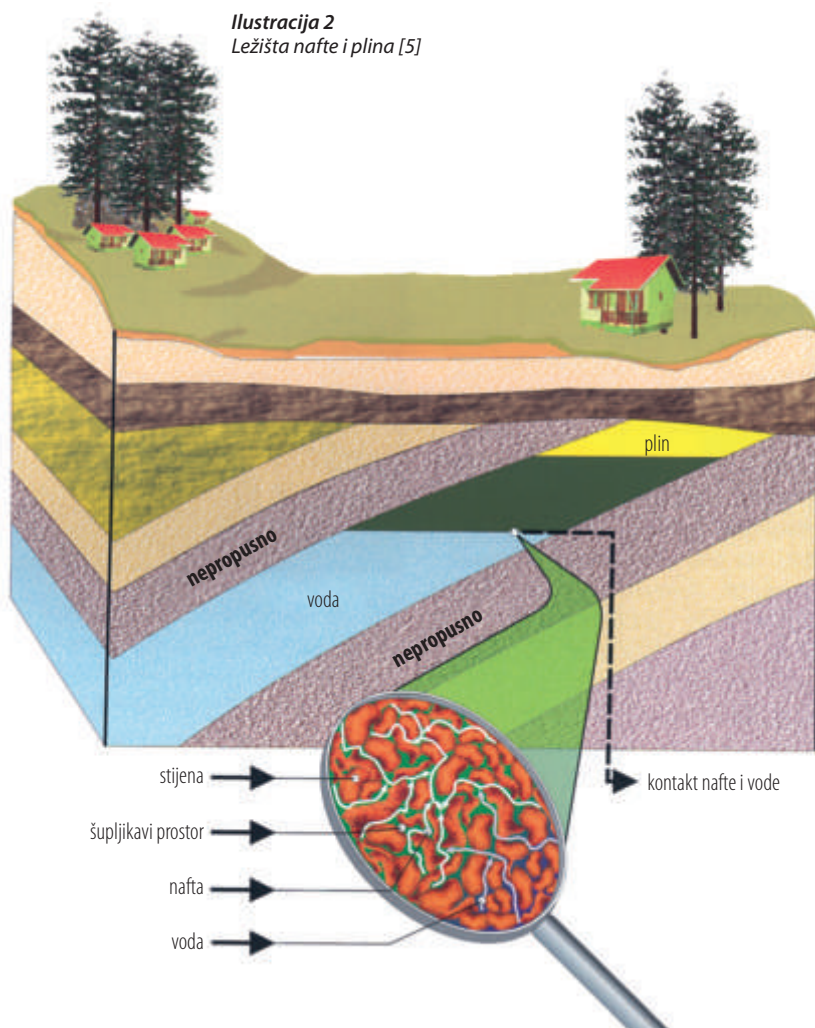
Količina CO₂ za utiskivanje iznosi oko 1 milijun t godišnje, što je iznosilo oko 3% ukupnih emisija u Norveškoj 1990. godine.

Projekt utiskivanja je započeo 1996. godine na zapadnom dijelu polja. Izdvajanje CO₂ se obavlja aaminskim procesom, a ulaganja u kompresore i bušotine za utiskivanje su iznosila oko 100 mil. dolara. Do 2007. godine utisnuto je oko 8 mil. t. Proveden je monitoring sloja u koji se utiskuje CO₂. Dio istraživačko-razvojnih troškova je snosio EU, iako Norveška nije njegova članica!

Elementi projekta utiskivanja CO₂ u plinsko polje Snøhvit

Otkriveno polje Snøhvit u Barentsovom moru, na dalekom sjeveru Norveške, pripremano je za početak proizvodnje u 2007. godini. Proizvodnja na njemu se odvija u ekstremnim meteorološkim uvjetima i oni koji su imali priliku vidjeti maketu u zgradi uprave tvrtke StatoilHydro u Stavangeru, a pogotovo maketu razrade i proizvodnje još sjevernije smještenih naftnih polja Ormen Lange, Draugen i Heidrun koja moraju imati svoje termoelektre na plin i na kojima je predviđeno izdvajanje CO₂ i njegovo utiskivanje u proizvodne slojeve radi poboljšanja crpljenja (EOR/IOR) na razini 2 - 2,5 mil. t

Ilustracija 2
Ležišta nafte i plina [5]



godišnje (polja Draugen i Heidrun), vjerojatno dijele divljenje s autorom ovog članka prema tehnološkim rješenjima koja se primjenjuju, ljudskom geniju i, naravno, tehnološkoj razini tvrtke koja stoji iza svega.

Planirano zbrinjavanje CO₂ iz termoelektrane na plin i rafinerije u Mongstadu

StatoilHydro zajedno s norveškim državnim institucijama priprema izdvajanje CO₂ iz postrojenja termoelektrane na plin snage 350 MW i rafinerije (koju dijelom snage opslužuje termoelektrana) te njegovo utiskivanje u polje Troll i to u dvije faze: 2010. i 2014. godine. Ukupne godišnje količine su na razini višoj od 2 mil. t. Utiskivanje, koliko je poznato, nema učinka na crpljenje u ležištu. Troll je, naime, u proizvodnji od ranih sedamdesetih godina prošlog stoljeća.

Što je alternativa pospremanju CO₂ u podzemna skladišta?

Svijet je opravdano zabrinut prijetećim promjenama uzrokovanim prekomjernim

onečišćavanjem atmosfere stakleničkim plinovima. Mnogobrojni su koraci u zaštiti atmosfere već učinjeni od kada je pokrenut niz međunarodnih skupova prije više od 30 godina. Godine 1972. u Stockholmu je održana Međunarodna konferencija o ljudskom okolišu na kojoj su identificirani ključni problemi zaštite okoliša i globalnog razvoja te je sagledana međuovisnost ekonomskog rasta, utjecaja na okoliš, utjecaja rasta stanovništva, problema hrane i energije. Nakon toga, u sedamdesetima su se zaredale međunarodne konferencije, usredotočene na razne probleme, čimbenike i posljedice za čovjeka i okoliš. Čini se da je tek Svjetska konferencija o razvoju i okolišu, koja je održana 1992. godine u Rio de Janeiru, imala jači odjek i utjecaj.

Ali, ono zbog čega ih se u ovom članku spominje je vrijeme sazrijevanja spoznaja o ugroženosti okoliša i slijed od oko 20 godina u učvršćenju tih spoznaja.

Danas se previđa potreba za ulaganjem 500 milijardi dolara godišnje u svijetu u narednih 20 godina za smanjivanje emisije stakleničkih plinova.

Uz dosadašnje povećavanje udjela prirodnog plina u svjetskoj potrošnji energije i njegov udio od 21%, Međunarodna plinska unija (IGU) predviđa daljnji rast tog udjela na 28% do 2030. godine.

Još prije više od 20 godina trasiran je put istraživanjima, u dva smjera: tražeći čiste tehnologije i/ili čiste energente.

U međuvremenu, dok se ne nađu rješenja, plin je imao ulogu i još je u ulozi premoštenja između doba fosilne energije i nekog budućeg doba 'čiste' energije. 'Čisti' energent, kakvim se vidi vodik, na razini današnjih tehnologija je ekonomski nedostupan kao masovni energent. Ostaju 'čiste' tehnologije, a jedan izdanak tih rješenja (istodobno komercijalno prihvatljiv) je izdvajanje CO₂ i njegovo pospremanje u podobne geološke formacije. Taj pravac rješavanja ima dvije mogućnosti:

- utiskivanje u proizvodne geološke objekte s istodobnim učinkom na bolji iscrpak iz proizvodnih slojeva (IOR/EOR), što je ograničeno fizikalnim uvjetima ležišta i fluida te pravodobnošću početka utiskivanja u ležište
- utiskivanje u iscrpljena ležišta plina i/ili nafte s ograničenjima ovisnim o režimu ležišta, no tamo gdje je režim posve ili djelomično vodonaponski voda s crpljenjem zauzima porni prostor pa bi nakon iscrpljenja trebala velika ener-

gija za istiskivanje CO₂ što poskupljuje proces pospremanja (il. 2).

Ekonomsku računicu isplativosti će odrediti penali za ispuštanje CO₂ u atmosferu. Može se očekivati da će naredna faza Kjotskog protokola usmjeriti nove mjere s novim obvezama. Može se očekivati i da će u Hrvatskoj penalizacija ispuštanja štetnih plinova djelovati punom snagom nakon 2015. godine.

Iskustva nekih članica EU-a ukazuju da će troškovi ispuštanja CO₂ prelaziti 50 USD/t onečišćenja. Pravni subjekti sa sagledivim obvezama na razini 50 mil. USD godišnje bit će stimulirani da biraju između rješavanja svojih problema trgovanjem emisijama ili plaćanjem troškova pospremanja, no već danas moraju voditi računa o tome. Logično je očekivati da plaćanje penala (prije ili kasnije) mora postati najskuplji izbor. U Hrvatskoj INA ima koncesije na proizvodnju nafte i plina iz više od 50 proizvodnih polja. U dijelu tih polja se prije iscrpljenja može planirati i projektirati prenamjena te ishoditi potrebna odobrenja za tu namjenu, odnosno za pospremanje CO₂. Proces prenamjene je zahtjevan: administrativno, tehnološki i financijski. Trajanje pripreme faze nije kraće od tri godine. Vjerojatno treba računati s pet godina pripreme projekta do početka utiskivanja. Svi potencijalni objekti koji bi se mogli prenamijeniti za potrebe pospremanja se nalaze u kontinentalnoj Hrvatskoj, između Drave i Save (odobalna proizvodna polja u sjevernom Jadranu nisu predmet razmišljanja jer su pokrivena međunarodnim ugovorima između Enija i INA-e). Kako se izvori onečišćenja nalaze na određenim udaljenostima od mogućih, za pospremanje CO₂ u podobne geološke formacije treba izgraditi cjevovode i kompresorske stanice. Dvojbe oko tih tehnoloških rješenja su dvojake. One dolaze iz gospodarskih subjekata koji, u suočavanju s novim troškovima, odlažu traženje rješenja. Ali, dolaze i iz kruga stručnjaka koji dovode u sumnju samo tehnološko rješenje, bojeći se nekontroliranog istjecanja pospremljenih plinova u geološke strukture. Oni možda nemaju spoznaju da su iscrpljena plinska i naftna ležišta od svojeg formiranja milijunima godina čuvala zarobljenu naftu i plin u hidrauličkoj ravnoteži prostora zatvorenog nepropusnim slojevima podine i krovine, a tek u drugoj polovici 19. stoljeća na scenu je došla nova industrija (naftna) koja je razvijala tehnologije istraživanja, uključujući i bušenja, te eksploataciju nafte i plina iz dubina Zemljine kore. Nakon završetka vijeka trajanja proizvodnog polja, ležišta se prije napuštanja, u skladu

sa zakonskim obvezama, ponovno hermetiziraju polaganjem cementnih čepova u svaku od bušotina. To će se morati činiti i nakon iskorištenja ležišta za pospremanje stakleničkih plinova. Neki vizionari kažu: do pronalaska kemijskih procesa za iskorištavanje tih plinova za neke druge svrhe.

Zaključak

Skepsa je prirodna za intelektualce i prati svako novo tehničko i tehnološko rješenje. No, ono što se u ovom slučaju susreće je stara tehnologija za novu namjenu! U proteklih oko 160 godina razvile su se nove struke. To su naftni geolozi i naftni inženjeri. Oni su razvili naftno inženjerstvo i oni znaju odgovore.

Na drugoj strani, industrijski pogoni, a posebice energetika, imaju problem jer moraju rješavati svoja onečišćenja.

Nedavno je objavljen značajan rad iz tog područja (autora Branimira LOŠA u časopisu 'Energija') koji ukazuje da u HEP-u postoje dalekomisleći intelektualci koji raspolažu impresivnim fondom znanja potrebnih njihovoj djelatnosti. [3]

Imajući dugo iskustvo u razvoju i istraživanju, s dugačkim vremenom od ideje do rješenja, postavlja se pitanje nije li došlo vrijeme za izradu zajedničkih studija, korisnika i onih koji mogu osigurati pospremanje CO₂?

Pribivajući nekima od uglednih svjetskih konferencija (World Petroleum Congress održan u Madridu 2008. i World Energy Conference održan u Rimu 2007. godine) moglo se čuti da niz uglednih naftnih i plinskih tvrtki priprema projekte zbrinjavanja stakleničkih plinova u iscrpljenim ležištima plina i nafte, ne samo u Europi i SAD-u.

Ponajveće europske energetske tvrtke (RWE, E.ON, GdF SUEZ) kao potencijalni korisnici istodobno provode svoje istraživanje i surađuju s naftnim tvrtkama. Male i srednje energetske tvrtke su suzdržane. No, u hrvatskim uvjetima ohrabruje spoznaja da postoje stručnjaci koji prate i promišljaju svjetska iskustva u izdvajanju i pospremanju CO₂. [3] ■

Literatura:

1. ... 'Nevolja na pomolu' (prijevod iz 'The Economist' od 7. ožujka 2009.), 'HEP Vjesnik', br. 224 (264), str. 36. - 37.
2. ... 'Underground Storage of Carbon Dioxide, Emission Mitigation Which Counts', www.statoil.com, Statoil, 2007.
3. Branimir LOŠ: 'Tehnologije hvatanja i spremanja ugljikovog dioksida u elektromagnetskom sektoru - pregled relevantnog stanja', 'Energija', god. 58 (2009.), br. 2, str. 110. - 135.
4. ... 'BP & Petroleum Economist: Fundamentals of CCS Technology'
5. Željko MATIŠA: 'Knjiga o nafti i plinu', Kigen, Zagreb, 2007.