

Zemeljski plin je energent prihodnosti, tudi zato, ker ga lahko skladiščimo

Energetski problem in varovanje narave sta dva problema, katera zelo težko rešujemo z »roko v roki«, kljub temu pa obstaja energent, ki bo v naslednjih letih zagotavljal najmanjše onesnaževanje pri ugodnih energetskih izkoristkih. To je seveda zemeljski ali naravni plin, ki si je v zahodni Evropi in severni Ameriki svoje mesto že zagotovil. Šestdeset let ugotovljenih rezerv, minimalni vpliv na okolje, ugodna cena in veliko dobaviteljev ga uvrščajo med najbolj iskane energetske surovine v trenutno ekološko tako ogroženi zahodni civilizaciji, za katero pa vzhodna po svoji onesnaženosti prav gotovo ne zaostaja. Ena od rešitev, ki se nakazuje je torej večja uporaba zemeljskega plina. Problem, ki ga je potrebno predhodno rešiti pa je nemotena dobava in zagotovitev zadostnih količin za nekaj let vnaprej.

Države, ki imajo na voljo velika plinska polja si s tem problemom ne belijo glave, razen kadar so ta zelo oddaljena od porabnikov. Drugače pa je v Sloveniji, ki praktično nima nahajališč zemeljskega plina. Zato si mora svoje zaloge ustvariti umetno, to je z umetnimi plinskimi polji ali podzemnimi skladišči plina, za razvoj katerih pa na srečo obstajajo pogoji tudi pri nas doma.

Dobave plina so glede na tehnološke možnosti črpanja in transport plina skozi vse leto enake, pri porabi plina pa nastopajo izrazita nihanja povezana z letnim časom, porabo v gospodinjstvih, industriji in javni porabi. Razliko med dobavo preko plinovodov in porabo plina uravnava s skladiščem plina.

V preteklem desetletju so se tudi v Sloveniji pokazale potrebe po razvoju podzemnega skladišča plina. Petrol Zemeljski plin je že pred nekaj leti sprožil inicijativo za začetek geoloških raziskav, na podlagi katerih bi lahko odkrili najugodnejšo lokacijo za izvedbo podzemnega skladišča. S prvimi raziskavami, ki so zajemale širši prostor Slovenije, so odkrivali podzemno strukturo, ki bi bila primerna za izvedbo skladišča. Leta 1990 sta bili odkriti dve antiklinalni strukturi na severovzhodu Slovenije, ki sta primerni za razvoj skladišča. Po dosedanjih ugotovitvah bi lahko razvili skladišče velikosti 300 x 106 kubičnih metrov delovnega prostora.

Strategija podzemnih skladišč plina (PSP)

Njihov glavni namen je uravnavanje porabe in dobave naravnega plina. Ker Slovenija praktično nima svojih nahajališč plina, se z njim oskrbuje po plinovodu na podlagi pogodb s tujimi dobavitelji. Te so znane po svoji togosti in narekujejo enake dobave plina preko celega leta. Prva naloga skladišč je zato uravnavanje sezonskih porab to je tako imenovana letna modulacija.

Druga naloga je strateška. S skladiščem je potrebno zagotoviti neovirano oskrbo z naravnim plinom. Zaradi možnih prekinitev dobav preko plinovodov, ki so lahko posledica okvar, naravnih nesreč ali

nestabilnih političnih razmer v državah izvoznikah, je potrebno zagotoviti takšne rezerve plina, ki omogočajo nemoteno prestrukturiranje dobave.

Pomemben dejavnik pri izgradnji je tudi cena plina, saj se skladišča polnijo takrat, ko je cena plina niska. Poleg teh dveh glavnih nalog, igrajo podzemna skladišča pomembno vlogo pri uravnavanju dnevne in tedenske porabe. Posebno v zimskem obdobju velikokrat prihaja do velikih nihanj zunanje temperature in s tem porabe plina. Te so občutne predvsem v velikih mestih, ki so vezana na plinsko ogrevanje in pri velikih odjemalcih kot so plinske elektrarne, ki po potrebi pokriva vršno energijo.

V glavnem se uporabljajo naslednji tipi podzemnih skladišč:

- v izpraznjenih naftnih ali plinskih po-

● **Zgodovina podzemnih skladišč plina (PSP) sega v leto 1915, ko je bil v Kanadi uspešno izveden poizkus na plinskem polju Comte de Welland v Ontariju. Za poizkus so uporabili napol izčrpano plinsko polje. V ležišče so vrčali dodatne količine plina, ki so ga nato naslednjo zimo uporabili za pokrivanje vršnih količin. Uspeh je vzpodbudil Iroqui Gas Company, ki je izvedla podobno operacijo na ležišču Zoar v južnem Buffalu. Tudi ta poskus je uspel in danes predstavlja najstarejše delujoče podzemno skladišče. V letih, ki so sledila je bila opazna počasna vendar vztrajna rast števila podzemnih skladišč, tako, da je bilo leta 1930 znanih devet delujočih skladišč. Hiter razvoj skladišč se je začel v tridesetih letih s povečanjem uporabe zemeljskega plina v severni Ameriki. Najbolj pa se je povečal v letih 1940 in 1950, ko je bilo razvito obsežno plinovodno omrežje, ki je omogočilo obsežno uporabo plina v velikih mestih.**

Prvič so uporabili globoke vodonosnike kot podzemno skladišče v ZDA že leta 1946. Kot kolektor so uporabili plast apnenca pretežeta z vodo na globini 170 m. V 50. letih se je začel močan razvoj podzemnih skladišč tudi v takratni Sovjetski zvezi, kjer so razvijali skladišča blizu velikih mest. Tako je leta 1959 začelo obratovati skladišče Kaluzkoje blizu Moskve.

V Zahodni Evropi so podzemna skladišča najprej uporabljali za shranjevanje mestnega plina, šele kasneje so se odločili tudi za skladiščenje naravnega plina. Prvo tako skladišče so odprli leta 1954 v Englesbostlu v Nemčiji. Tam so za kolektor uporabili peščeno plast na globini 200 m. V njem od leta 1973 shranjujejo naravni plin. V zadnjem času tehnologijo skladiščenja plina v globoke vodonosnike najbolj uporabljajo v Franciji, kjer že deluje 11 takih skladišč, med njimi tudi največje te vrste Chemery, kjer skladišče 5.225.000 kubičnih metrov ze-

ljih;

- v globokih vodonosnikih;
- v solnih domah in
- v umetno izkopanih kavernah, ali opuščenih rudnikih.

Za Slovenijo je trenutno najbolj zanimiv drugi tip skladišč. Tudi geološke raziskave, ki so v teku v Sloveniji se vežejo na ta način skladiščenja.

Skladišča v globokih vodonosnikih

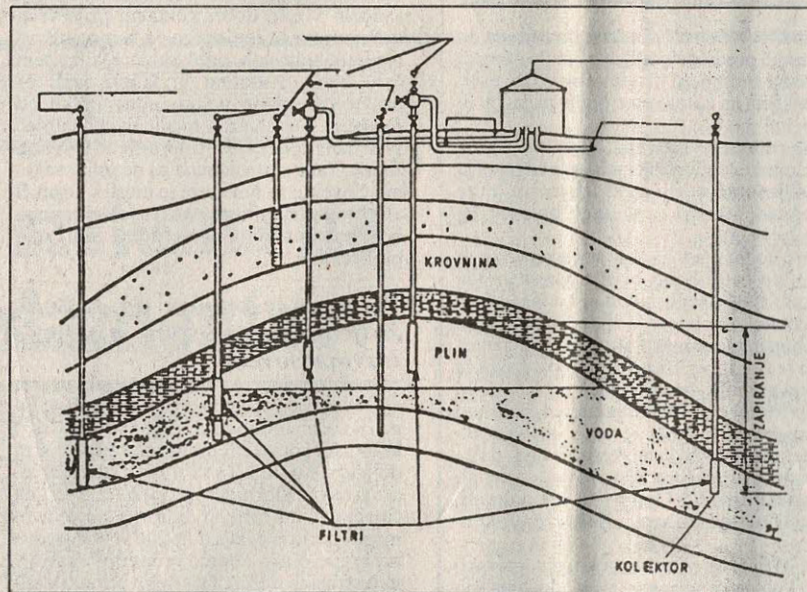
Tako skladišče je značilno za območja, kjer ni ugotovljenih ogljikovodikov. Ta območja so večinoma omejena na globoke sedimentacijske bazene, kot je pri nas panski. Za izvedbo skladišča v globokih vodonosnikih so potrebni naslednji osnovni geološki pogoji: antiklinalna struktura z zadosti velikim zapiranjem, kolektor z zadostno poroznostjo in prepustnostjo in neprepustna krovnina (glej skico).

Raziskave geoloških struktur primerni-

uhajati plin iz skladišča. Prav tako je potrebno natančno določiti vrh strukture in volumen celotne geološke plasti, ki omogoča skladiščenje plina. Te zahteve narekujejo izvedbo zelo goste mreže seizmičnih profilov.

Prav tako so velike razlike pri raziskovalnih vrtnah. Če v naftnih raziskavah zadošča ena vrtna, s katero se ugotavlja prisotnost ogljikovodikov, je potrebno pri raziskavah za PSP izvrtati kar nekaj raziskovalnih vrtn, da se lahko oceni kakovost krovnine in fizikalne lastnosti kolektorja. Kljub večjemu številu vrtn in seizmičnih profilov pa struktura ni poznana v celoti, temveč le točkovno. Zato je potrebno dobljene rezultate statistično obdelati. Pridobljeni geološki podatki so izredno raznoliki, pogosto pa so korelativni med seboj. Nanašajo se na območja, katerih velikost in razsežnost je močno variabilna.

Pomembna je tudi ekonomska ocena bodočega skladišča pri čemur sta najbolj pomembni oceniti cena ustvarjenega kubičnega metra skladiščnega prostora in



Podzemno skladišče plina v globokem vodonosniku.

h za skladiščenje plina, so glede tehnike in sredstev enake tistim, ki se uporabljajo pri raziskavah za naftna in plinska ležišča. V obeh primerih je raziskovani objekt antiklinalna struktura. Drugačen namen pa imajo geofizikalne raziskave in globoke vrtnice, ki se izvajajo za potrebe skladiščenja plina. Pri raziskavah za ogljikovodike je namen geofizikalnih raziskav odkriti podzemne strukture in določiti vrh, v katerega se potem izvrti vrtna. S tako vrtno ugotavljamo, če struktura vsebuje ogljikovodike in preko nje jih tudi črpamo. Namen geofizikalnih del je v tem primeru bolj osredotočen na vrhove, kot na meje strukture. Ta se določa le za oceno zaloga.

Prav nasprotno je pri raziskavah za izvedbo podzemnih skladišč plina potrebno zelo natančno določiti meje strukture, torej kritične točke, kjer bi lahko začel

cena skladiščenja enega kubičnega metra plina. Ta dva ekonomska parametra sta kazalca, ki omogočata primerjavo geološko in petrofizikalno popolnoma različnih skladišč.

Potem ko so zagotovljene osnovne zahteve za izgradnjo – neprepustna krovnina, kolektor in zadosti velika struktura – je potrebno rešiti problem izpodirivanja kolektorske vode s plinom. Pogoji izrivanja so odvisni od poroznosti kolektorja, ki generalno znaša od nekaj do 30 odstotkov in kapilarnih pritiskov, ki so odvisni od premera kapilar v kaminini. Kapilarni pritiski lahko znašajo od nekaj deset milibarov za pore reda velikosti desetke milimetra, do 100 in več barov pri porah premera stotinke mikrona (na primer pri krovnini, kjer so prav kapilarne sile tiste, ki zagotavljajo neprepustnost krovnine).

Drugi pomemben dejavnik pri izrivanju vode pa je prepustnost kolektorja, ki pogojuje hitrost izrivanja vode in njeno nadoščanje s plinom.

Geološke raziskave za podzemno skladiščenje plina v Sloveniji

Zaradi neenakomerne dinamike porabe zemeljskega plina v Sloveniji je potrebno zagotoviti skladišče za 200 x 106 kubičnih metrov plina.

Dosedanje geološke raziskave v Sloveniji so bile usmerjene v odkrivanje podzemnih struktur, ki bi bile sposobne prejeti predvidene količine plina. S tem namenom so izvajali raziskave na naslednjih lokacijah:

- Gabernik,
- Haloze,
- Rudniška antiklinala,
- Vipavska dolina,
- Vodice,
- Litijska antiklinala,
- Cmurek,
- Krško polje,
- Slovenske gorice,
- Ljubljanska kotlina,
- Pečarovci – Dankovci.

Od vseh dosedanjih raziskav, so dale najboljše rezultate tiste, ki so bile opravljene na področju struktur Dankovci in Pečarovci. Strukturi se nahajata 10 km severno od Murske Sobote.

V regionalno geološkem smislu se nahajata na južnem krilu Radgonske depresije, ki jo zapolnjujejo klastični sedimenti. Skupna debelina teh sedimentov se na jugozahodu Murske depresije ocenjuje na okoli 1000 m, na severozahodu ob Madžarski meji pa na več kot 3500 m. Na strukturi Dankovci znaša, po podatkih vrtna Dan-1 2021 m, na strukturi Pečarovci pa 2001 m (vrtna Peč-1). Podlago terciarja tvorijo metamorfne kamnine. Ponekod so prekrite z mezozojskimi in paleozojskimi, pretežno karbonatnimi kamninami. Z vrtno Dan-1 so bili navrtani zgornjekredni apnenci v globini 102 do 2217 m, pod njimi pa paleozojski skrilavci. V podlagi strukture Pečarovci pa so bili navrtani temnosiva dolomitna breča, dolomit in silificirana dolomitna breča.

Na podlagi regionalne geološke zgradbe smo sklepali, da se perspektivni kolektorji nahajajo v mio-pliocenskih peščenjakih in konglomeratih ali pa v predterciarni karbonatni podlagi. V strukturi Dankovci je bila ta domneva potrjena, saj so bila v terciarnih plasteh odkrita ležišča ogljikovodikov, v podlagi pa srednje do dobro prepustni apnenci s termalno vodo. Podobno geološko zgradbo je navrtala tudi vrtna Peč-1, le da v tej strukturi niso bili ugotovljeni ogljikovodiki, podlago pa tvorijo dobro prepustni triadni dolomiti in breča, zasičeni s termalno vodo temperature 102 stopinj C. Taka razvrstitev dobrih kolektorjev ni značilna za celotno Mursko depresijo, temveč le za njene obrabne predele, kjer prevladuje visokoenrgijsko sedimentacijsko okolje. Drugod imajo sicer pogoste peščene plasti slabše kolektorske lastnosti.

Program raziskav

Na lokaciji Dankovci so bile do sedaj opravljene regionalne geološke in seizmične raziskave ter izvrtani vrtni Dan-1 in Dan-3. Vrtna Dan-1 je bila izvrtana leta 1978 v okviru raziskav za nafto in plin in nato opuščena kot negativna. Z naknadnimi raziskavami sta bila ugotov-

ljena nafta in plin v plasteh na globini 1164-1264 m. S tem je bila potrjena vertikalna tesnost strukture. Vrtna Dan-3 je izvrtana 800 m SE, žal pa ni dosegla karbonatne podlage, ki na podlagi ugotovitev vrtnice Peč-1 predstavlja izredno zanimiv prostor za izvedbo skladišča. V zgornjem delu niso bili odkriti ogljikovodiki. Struktura je razdeljena s prelomi.

Za formiranje skladišča so najprimernejše plasti, ki se nahajajo globini od 1146 do 1246 m. Izračunani so bili tudi možni maksimalni in koristni (delovni) volumni bodočega skladišča, ki znašajo od najmanj 27 x 106 kubičnih metrov do največ 300 x 106 kubičnih metrov. Razlika v najmanjšem in največjem delovnem volumnu nastane zaradi različno interperiranega največjega zapiranja strukture. Po do sedaj znanih ugotovitvah znaša najmanjše zapiranje strukture 25 m. Na tej globini se nahaja kontakt voda – plin. Največje možno zapiranje, določeno na podlagi seizmičnih meritev pa znaša 65 m, kar pa bo potrebno dokazati z raziskovalnimi vrtnami.

Po reinterpretaciji seizmike je smiselno nadaljevati z vrtnanjem vrtnice Dan-2 v vrhu strukture. To vrtno narekujejo tudi možne zaloge nafte. Te so ocenjene na 600.000 kubičnih metrov (geološke rezerve). Vrtna mora prevrtati tudi karbonatno terciarno podlago in s hidravličnimi in laboratorijskimi raziskavami v karbonatni podlagi pridobiti podatke o možnosti izgradnje skladišča v tem kolektorju.

Namen nadaljnjih raziskav je torej ugotoviti velikost zapiranja strukture, potrditi lateralno razširjenost krovni in kolektorskih plasti ter tesnost prelomov. Na strukturi Pečarovci so bile opravljene regionalne geološke in seizmične raziskave, na podlagi katerih je bila locirana in izvrtana vrtna Peč-1. Z vrtno so bile ugotovljene terciarne plasti, ki so zasičene z vodo, njihova prepustnost pa je zelo slaba, kar otežuje formiranje podzemnega skladišča.

V letu 1990 so bile izvedene dodatne seizmične meritve, njihova interpretacija pa je pokazala, da struktura v zgornjem delu ni zaprta. Na globini 1915 m je vrtna navrtala karbonatno plast debeline 71 m, ki jo predstavlja močno pretrt triasni dolomit z dobro prepustnostjo. Zaradi močne sekundarne poroznosti, prepustnosti in zanesljive zaprtosti strukture v tej globini, predstavlja ta plast zanimiv kolektor. Raziskave se bodo nadaljevale s hidravličnimi testi in z vrtnami Peč-4, Peč-3 in Peč-2.

Na podlagi podatkov pridobljenimi s temi raziskavami bo možno natančno opredeliti bodoče skladišče v karbonatnih plasteh. Glavne neznanke, ki jih je potrebno razjasniti, so lateralna razširjenost plasti, poroznost in prepustnost, ter kakovost krovni plasti. Prav tako bo podana ocena ekonomskih parametrov. Z vrtnami bo prostorsko definirana struktura. Pričakujemo, da se karbonatni kolektor razteza na širšem območju strukture, kar bo mogoče dokazati tudi z raziskovalnim poskusom, ki bo izveden v tem letu.

Nadaljevanje raziskav in 80 milijonov dolarjev

Slovenija si zaenkrat zagotavlja skladiščne prostore za zemeljski plin z najemanjem v tujini, kar je kratkoročno gledano veliko ceneje kot razvoj lastnega skladišča, vendar pa dolgoročno, še posebej iz strateškega zornega kota, taka rešitev ni najprimernejša.

Če upoštevamo, da odstotek porabe plina v skupni porabi energije v razvitih državah narašča in znaša po podatkih iz

leta 1991 v Franciji 12 odstotkov, v Italiji 21, Veliki Britaniji 24, ZDA 25 in na Ni zozemskem celih 45odstotkov, lahko pričakujemo podobno rast tudi v Sloveniji.

Na porast porabe plina v celotni porabi energije v državi vpliva predvsem oddaljenost ležišč od porabnikov. Tako je ugotovljeno, da se veliki odjemalci energije vežejo na plin šele takrat, ko je zagotovljena nemotena preskrba. Ta pa je najboljša takrat, kadar razpolagamo s plinskimi ležišči ali alternativno s skladišči plina, ki omogočajo preskrbo s plinom tudi takrat, ko pride do motenj pri dotoku plina preko plinovodov. Zato je pomemben dejavnik zanesljive dobave plinsk skladišče znotraj plinovodnega omrežja v primeru Slovenije pa tudi znotraj državnih meja.

Ker sta strukturi Dankovci in Pečarovci edini do sedaj znani strukturi v Sloveniji, je potrebno na njih zastaviti prihodnja raziskovalno-eksploacijska dela po izdelanih programih. Po sedanjih ocenah je za razvoj skladišča potrebnih najmanj 80 milijonov dolarjev, zato bo tak zaloga Petrol Zemeljski plin le težko pokrtil iz lastnih razvojnih sredstev.

JOSIP-MARKO SADNIKAR

V francoskih vinih ni preveč svinca

Potem ko so se v preteklem letu v ZDA pojavila opozorila o preveliki vsebnosti svinca v francoskih vinih in ko je Mednarodna organizacija za vino (OIV) sprejela oštrše normative o število dovoljeni vsebnosti svinca v vinu (leta 1953 je bila najvišja še dovoljena koncentracija 600 mikrogramov svinca na liter, potem so jo postopoma zniževali na 300 mikrogramov na liter in zdaj velja normativ 250 mikrogramov svinca na liter vina), je francoska vlada naročila podrobno analizo.

Zdaj so znani rezultati in francoski vinarji so si oddahnili, da je največji »krivec« za vsebnost svinca v vinu vinarska oprema, s katero »obdelujejo« vino, nekaj prispevajo tudi neustrezni zamaški. Zanimivo je, da ima po mnenju strokovnjakov zanemarljiv vpliv na vsebnost svinca v vinu svinec, ki je v izpušnih plinih motornih vozil in ki kontaminira zemljo v vinogradih, ki so v bližini prometnic.

Strokovnjaki ugotavljajo, da je največji »krivec« za vsebnost svinca v vinu vinarska oprema, s katero »obdelujejo« vino, nekaj prispevajo tudi neustrezni zamaški. Zanimivo je, da ima po mnenju strokovnjakov zanemarljiv vpliv na vsebnost svinca v vinu svinec, ki je v izpušnih plinih motornih vozil in ki kontaminira zemljo v vinogradih, ki so v bližini prometnic.

Skupna akademija

Letos poleti bodo ustanovili skupno, Ameriško-nemško akademijo znanosti, ki naj bi, kakor pravi neški kancler Helmut Kohl, »ohranjala in krepila znanstvene vezi med državama«.

Michael Koch, predstavnik nemškega zunanega ministrstva, je k temu dodal, »da preprosto obstaja potreba po znanstvenih organizacijah, ki presegaajo nacionalne okvire, saj je to edini način za preseganje in reševanje globalnih težav«.