



Budowa podziemnego Magazynu Ropy i Paliw „Góra” – Przykład pomyślnego przekształcenia solankowych komór poeksploatacyjnych w kawerny magazynowe

*Construction of underground oil and liquid fuel storage „Góra” – example of successful
conversion of post-exploitation brine production caverns into storage ones*

JASIŃSKI Zbigniew¹, MAZUR M. Mirosław², MROZIŃSKI Piotr³

¹ Emerytowany pracownik IKS SOLINO S.A.

² OBRGSCHEM CHEMKOP, Sp. z o.o.

³ INVESTGAS S.A.

Pamięci Zbyszka Jasińskiego.

Ta publikacja to jedna z rzeczy, których nie udało mu się ukończyć

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono czynniki, które wpłynęły na decyzję o budowie PMRiP „Góra”. Najważniejszym z nich było uzależnienie od dostaw ropy z Rosji, co ilustruje fig.1: „Kierunki zaopatrzenia Polski w ropę naftową oraz krajowa infrastruktura surowcowa i produktowa”. Została zaprezentowana historia budowy PMRiP „Góra” z przedstawieniem wypracowanych rozwiązań technicznych co obrazują fig.2: „Uproszczony schemat operacyjny PMRiP „Góra”, oraz fig.3: „Schemat komory poeksploatacyjnej przekształconej w komorę magazynową”. Przedstawiono również procedury projektowe, wykonawcze, zarządcze i kontrolne, które pozwoliły na pomyślne przekształcenie licznych komór poeksploatacyjnych w komory magazynowe pierwszego i jak dotąd jedyne, podziemnego magazynu ropy i paliw w Polsce. Omówiono także znaczenie magazynu dla bezpieczeństwa energetycznego Polski jak również możliwości rozwoju i poprawy funkcjonalności magazynu oraz niezbędne dla bezpiecznej eksploatacji magazynu procedury kontrolne.

ABSTRACT

Paper presents the history of “Góra” storage field construction and is focused on: developed technical solutions and designing, executing, managerial and control procedures which made possible the conversion of numerous post-exploitation brine production caverns into storage ones, thus al-

lowed the construction of the first, and up to date the single one, Polish underground storage of oil and liquid fuels. Significance of the storage for the energy safety of Poland, as well as possibilities of development of the storage and its functionality have been presented. Paper also presents required for the safe exploitation of the storage control procedures.

1. WSTĘP

Minęło ponad 10 lat od czasu uruchomienia, a ściślej mówiąc zakończenia I etapu budowy, pierwszego w Polsce i jak dotąd jedyne, Podziemnego Magazynu Ropy i Paliw (PMRiP) „Góra”. W trakcie budowy magazynu powstało kilka publikacji m. innymi [1], [2]. Brak jest natomiast jak dotąd, artykułu przedstawiającego całościowo proces budowy tego magazynu. Niniejsza publikacja nie ma ambicji naukowych. Jej autorzy uważają jednak, że warto przedstawić rzetelną pracę inżynierską, zwłaszcza kiedy zakończyła się ona sukcesem.

W artykule przedstawiono: cele wykonania, założenia projektowe magazynu i występujące w związku z tym warunkowania techniczne oraz proces budowy PMRiP „Góra”. Omówiono także znaczenie magazynu dla bezpieczeństwa energetycznego Polski, możliwości dalszej rozbudowy magazynu i polepszenia jego funkcjonalności, jak również przedstawiono zakres programu monitoringu niezbędnego dla dalszej bezpiecznej eksploatacji magazynu.

Autorzy niniejszego artykułu brali czynny udział w projektowaniu i budowie PMRiP „Góra”. Poniżej starano się przedstawić przede wszystkim fakty, daty, liczby, itp. Oczywiście nie udało się uniknąć przed ocenami i komentarzami. Należy podkreślić że przedstawione oceny są wyrazem osobistych poglądów autorów. Szczegółowe kwestie dotyczące bezpieczeństwa paliwowego państwa są objęte tajemnicą. Stąd w artykule zabrakło wielu ważnych liczb i faktów, a te które są przytoczone, publikowane były już wcześniej.

2. KONIECZNOŚĆ SZYBKIEJ BUDOWY DUŻEGO MAGAZYNU NA ZAPASY OBOWIĄZKOWE ROPY I PALIW CIEKLYCH W POLSCE W LATACH 90 TYCH XX W.

Konieczność szybkiej budowy magazynu ropy i paliw o dużej pojemności w Polsce w latach dziewięćdziesiątych XX wieku wynikała najkrócej mówiąc z potrzeby zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego, a mówiąc ściślej bezpieczeństwa paliwowego naszego kraju.

Konieczność ta wynikała przede wszystkim z czterech czynników:

- struktury zaopatrzenia Polski w ropę;
- geopolitycznego;
- logistycznego;
- regulacyjnego.

Polska jest uboga w złoża ropy naftowej. Na czas budowy magazynu zużycie ropy wynosiło ok. 20,0 mln t (przyjęto rok 2000). Wydobycie krajowe wynosiło w tym czasie ok. 0,5 mln t [3]. Resztę stanowił import, przy czym w praktycznie w 100% była to ropa rosyjska bądź transportowana rurociągami kontrolowanymi przez Rosję.

Obowiązujące w tym czasie prognozy zakładały wzrost zużycia ropy na poziomie kilku procent rocznie (czas pokazał że okazały się „przeszacowane”) oraz brak wzrostu lub wręcz spadek wydobycia krajowego (tu okazały się trafne – w roku 2011 wydobycie krajowe wyniosło ok. 0,4 mln t rocznie [3])¹. Tak czy inaczej zależność Polski od importowanej z Rosji ropy jest ogromna. W roku 2000 istniejące pojemności magazynowe w zbiornikach powierzchniowych wystarczały na około 33-40 dni wewnętrznego zużycia krajowego². Biorąc pod uwagę skłonność Rosji do wykorzystywania gróźb zaprzestania dostaw surowców energetycznych jako broni w polityce, bądź nawet realne przerwy w ich dostawach -

chwilowe bądź trwałe³, należy podejmować wysiłki dla zabezpieczenia się przed skutkami takich zdarzeń.

Aktualne sposoby możliwego zaopatrzenia w Polskę w ropę oraz wybrane elementy wewnętrznej infrastruktury surowcowej (ropa) oraz produktowej (paliwa) ukazuje fig 1. Bieżące zaopatrzenie w importowaną ropę naftową realizowane jest w zdecydowanej większości rurociągami „Przyjaźń”⁴. Jak wynika z zaprezentowanych danych (fig.1) przepustowości tak Naftoportu jak i ropociągu „Północnego” pozwalają na skuteczne zaopatrzenie w ropę obydwu największych polskich rafinerii drogą morską. Tyle, że ze względów w częściowo technologicznych, a przede wszystkim ekonomicznych (decyduje tzw. „dyferencjał”, czyli różnica *in minus* ceny ropy rosyjskiej w stosunku do cen innych gatunków ropy, zwłaszcza ropy z Morza Północnego) dla polskich rafinerii w warunkach normalnych bardziej opłaca się przerób ropy importowanej z Rosji. Ważnym czynnikiem dla bezpieczeństwa paliwowego kraju, jak również dla ustalenia rozsądnych zasad między obowiązkowymi zapasami paliw i ropy są zdolności przerobowe polskich rafinerii.

Jest rzeczą oczywistą, że o bezpieczeństwie paliwowym kraju w sytuacjach kryzysowych decyduje dostępność produktów naftowych, czyli paliw. Natomiast należy zauważyć, iż zdolności przerobowe polskich rafinerii równoważą, a nawet przewyższają aktualne zapotrzebowanie krajowe na paliwa. Stąd można przyjąć, że jeśli w sytuacji kryzysowej zapewni się zapas ropy potrzebny do produkcji paliw służących do „przetwarzania” aż do czasu, gdy ruszą dostawy z Naftoportu w kierunku na południe, bezpieczeństwo paliwowe kraju zostanie zapewnione. Można powiedzieć, że było to przesłanie dla budowy PMRiP „Góra”⁵

¹ Po uruchomieniu kopalni Lubiatów – Międzychód – Grotów oraz złóż B3 i B8 na Bałtyku krajowa produkcja ropy naftowej może przekroczyć 1 mln ton. Nie zmienia to jednak generalnego uzależnienia od importu ropy.

² Brak danych źródłowych. Oszacowanie własne autorów na podstawie dostępnych danych. Uwaga – aktualnie publikowane przez różne instytucje dane odnośnie wielkości i wystarczalności zapasów różnią się niekiedy o kilka a nawet kilkanaście procent. Wynika to mówiąc w uproszczeniu ze zróżnicowanej metodyki przeliczania ropy na różne rodzaje paliw. Autorzy publikacji oparli się na BP Statistical Revue of World Energy [3].

³ Należy przypomnieć trwałe „wyschnięcie” z przyczyn deklaratywnie technicznych, a tak naprawdę politycznych dwóch północnych odnóg systemu rurociągów „Przyjaźń” prowadzących do rafinerii w Możejkach i łotewskiego terminalu naftowego w Ventspils. Temat ten jest omówiony szerzej w książce autorstwa Igora Halupca zatytułowanej „Ropa, Rosja, polityka”.

⁴ Rurociąg „Sarmatia” jako alternatywne źródło dostaw ropy dalej pozostaje raczej w planach politycznych niż technicznych. Chociaż ostatnio ukazała się informacja że przygotowywany jest Raport Oddziaływania na Środowisko tej inwestycji.

⁵ Mówiąc o bezpieczeństwie paliwowym skupiamy się często na zapasach ropy i paliw. A przecież jest to tylko jeden z elementów zapewniających bezpieczeństwo. Polski system rurociągów „Przyjaźń” budowany był w latach 60-tych i 70-tych XX w. Ropociągi na terenie byłego Związku Radzieckiego budowane były kilka lat wcześniej. Normatywny czas eksploatacji rurociągu wynosił w tym czasie 50 lat. Wyłączenie z eksploatacji rurociągu tranzytowego ropy nie koniecznie musi mieć charakter polityczny, może być spowodowane koniecznością techniczną. Rosnieft połączył dwa w jednym – zbudował rurociąg BTS-2 o wydajności dokładnie równej potrzebom dwóch rafinerii niemieckich Schwedt i Leuna, ale nie więcej. Równocześnie nastąpiła intensywna rozbudowa terminalu ropy w Rostocku. Na szczęście istnieje Naftoport, mogący pracować w obie strony rurociągu Północny, oraz liczne magazyny w tym przede wszystkim magazyn „Góra”.

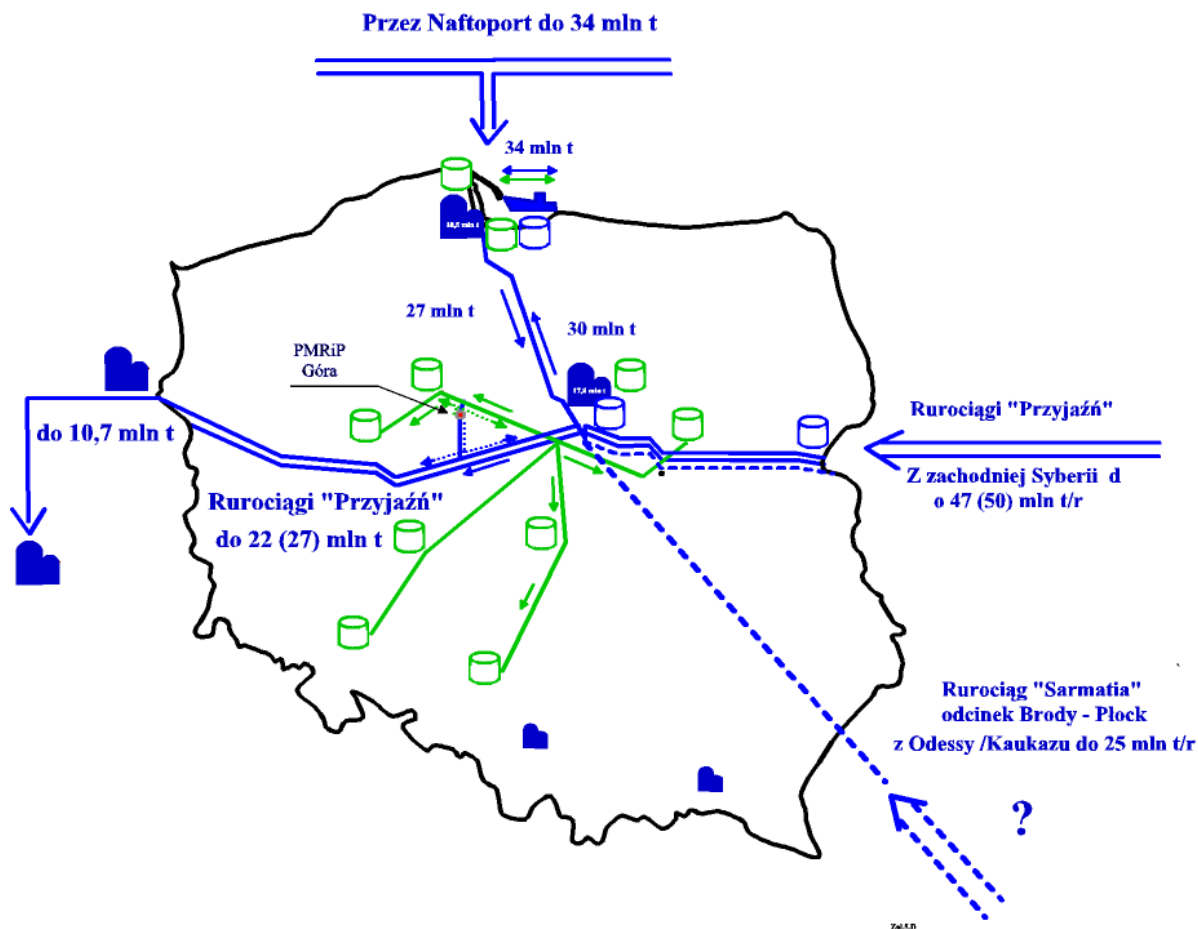


Fig. 1. Kierunki zaopatrzenia Polski w ropę naftową oraz wybrane elementy krajowej infrastruktury surowcowej i produktowej

Oprócz przytoczonych wyżej argumentów dla budowy magazynu, z uwagi na wejście Polski do Unii Europejskiej istotne były uregulowania prawne. Obowiązująca w chwili podejmowania decyzji o budowie magazynu „Góra” *Dyrektywa Rady Europy 98/93 UE* [8] stanowiła iż „...stocks of petroleum products at least 90 days’ average daily internal consumption in the preceding calendar year ...”. Idące za Dyrektywą *Rozporządzenie MG z 29.09.1997* wydane na podstawie delegacji z *Ustawy o rezerwach państwowych i zapasach obowiązkowych paliw płynnych* [9] stwierdza iż: „...wielkość zapasów obowiązkowych w pierwszym roku po wprowadzeniu obowiązku .. powinna wynosić 2% przywozu lub produkcji, W następnych latach wielkość zapasów rośnie o 2% rocznie...” W praktyce oznaczało to iż po roku 2012 rezerwy mają osiągnąć poziom 90 dni.

Z kolei *Ustawa z 16.02.2007 o zapasach ropy naftowej, produktów naftowych i gazu ziemnego oraz zasadach postępowania w sytuacjach zagrożenia bezpieczeństwa państwa i zakłóceń na rynku naftowym* [10] określa „zapas obowiązkowe ropy naftowej lub paliw”, tworzone i utrzymywane przez producentów i handlowców na 76 dni średniorocznego zużycia, a zapasy państwowe – 14 dni. Powstanie magazynu „Góra” pozwoliło PKN ORLEN wypełnić z nawiązką obowiązki w zakresie rezerw interwencyjnych.

3. KAWERNY POEKSPLOATACYJNE KOPALNI „GÓRA” JAKO NAJLEPSZA LOKALIZACJA MAGAZYN

Kwestia lokalizacji magazynu na strategiczne rezerwy ropy i paliwa zdeterminowana była niezwykle krótkim czasem jaki miała Polska na spełnienie wymagań *Dyrektywy 98/93 UE*. Rzecz jasna najlepiej by było zbudować magazyn specjalnie zaprojektowany dla przechowywania zapasów strategicznych. Wtedy w grę wchodziłoby nowe, niezagospodarowane złożo. Z uwagi na fakt iż odbiorcy solanki na Kujawach mieli zapewnione dostawy z istniejących kopalni Inowrocławskich Kopalni Soli (IKS) SOLINO S.A. można byłoby rozważać jedynie lokalizację nadmorską i zrzut solanki z ługowania kawern magazynowych do Bałtyku. Jednakże istniejące w Polsce długotrwałe procedury udokumentowania złóż i koncesyjne oraz ograniczenia środowiskowe w rejonie nadmorskim sprawiały, że nawet przy bardzo intensywnym ługowaniu kawern proces budowy dużego magazynu trwałby zbyt długo. Inny ograniczeniem był brak w rejonie nadmorskim rurociągu paliwowego oraz trudności logistyczne w połączeniu z rurociągiem ropy. Na rzecz lokalizacji magazynu w złożu „Góra” przemawiało bardzo wielu argumentów w tym:

- udokumentowane i zagospodarowane złożo;
- istniejące liczone w milionach m³ wylugowane przestrzenie poeksploatacyjne,

- możliwość zagospodarowania produkowanej solanki,
- bliskość rurociągów: surowcowego i produktowego.

Z chwilą, kiedy wykonane Studium geomechaniczne potwierdziło długotrwałą stabilność górotworu, a wykonane prace studialne i koncepcyjne określiły rozwiązania techniczne umożliwiające przekształcenie komór poeksploatacyjnych w kawerny magazynowe stało się jasne że złożo Góra jest optymalną lokalizacją dla pierwszego w Polsce PMRiP. Pozostała kwestia najważniejsza – zapewnienia finansowania projektu.

Obowiązująca w czasie podejmowania decyzji inwestycyjnej *Ustawa o rezerwach państwowych i zapasach obowiązkowych paliw płynnych* [9] nakładała obowiązek tworzenia i przechowywania rezerw na producentów paliw i handlowców. PKN Orlen podczas prywatyzacji IKS zakupił większościowy pakiet akcji spółki przede wszystkim w celu budowy magazynu. Zapewnił również gwarancje bankowe niezbędne dla uzyskania przez IKS SOLINO finansowania projektu.

4. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE DO BUDOWY MAGAZYNU, KONCEPCJA MAGAZYNU

Określone przez Inwestora i PKN ORLEN podstawowe założenia dla magazynu zostały ustalone następująco:

- magazynowane produkty: ropa naftowa, paliwa – olej napędowy, olej opałowy, benzyna⁶;
- połączenia zewnętrzne: rurociągi „Przyjaźń”, rurociąg paliwowy Płock – Nowa Wieś Wielka;
- zatłaczanie i wytlaczanie tak ropy jak i paliw szarżami;
- wielkość magazynu (funkcja istniejących i tworzonych pustek) minimum 5 mln m³;
- brak możliwości zrztu solanki, konieczność ciągłej sprzedaży solanki kontrahentom - współpraca z kopalnią „Góra” w zakresie gospodarki solankowej.

Wykorzystanie do celów magazynowych istniejących komór poeksploatacyjnych miało szereg zalet, natomiast narzucało liczne wymagania i ograniczenia w stosunku do projektowanych rozwiązań technicznych. Generalne zadanie, jakie stanęło przed projektantami i budowniczymi magazynu można streścić następująco: zbudować w zadanym czasie magazyn o wymaganych parametrach przy skutecznym zapewnieniu długotrwałej stateczności i szczelności komór i otworów, oraz bezpieczeństwa produktu, powierzchni i wód.

Niezbędny był wybór komór poeksploatacyjnych, które mogą wejść do programu magazynowego. Tu podstawowym czynnikiem były brak połączeń międzykomorowych w strefie magazynowania oraz pewność co do braku „pułapek” na produkt o znaczącej objętości. W pierwotnej koncepcji wyselekcjonowano 7 komór poeksploatacyjnych do przekształcenia w komory magazynowe na ropę. Trzy komory magazynowe na paliwa miały być wyługowane w górnej części złoża w już eksploatowanych w dolnej części otworach zlokalizowanych

w nowym polu eksploatacyjnym kopalni „Góra”. Komory te miały być udostępnione jednym otworem z komplectacją magazynową.

Komory poeksploatacyjne w większości wypadków osiągnęły średnice docelowe. Zatem dla zachowania stateczności górotworu ze względu na stosunkowo niewielkie i często nieregularne filary międzykomorowe niezbędne było założenie wytlaczania magazynowanych produktów za pomocą solanki o stężeniu bliskim nasycenia. Ponieważ założeniem było ciągłe zaopatrywanie odbiorców kopalni „Góra” w solankę, również w okresie wytlaczania produktów z magazynu niezbędna była rozbudowa rezerwowego frontu produkcji solanki (dodatkowe otwory, rozbudowa infrastruktury wodnej i solankowej). Ponadto dla zapewnienia wymaganej wydajności wytlaczania ropy założono budowę zbiornika solanki manewrowej o dużej pojemności. W tej sytuacji wielkość szarż zatłaczania i przerwy między szarżami ograniczone są wielkością odbioru solanki i pojemnością zbiornika manewrowego solanki, a wielkość szarż wytlaczania i przerwy między tymi szarżami ograniczone są zdolnością produkcyjną kopalni, łącznie z frontem rezerwowym oraz pojemnością zbiornika manewrowego solanki.

Niezorientowanym wydawać się może, że praca magazynu „Góra” jest sprawą bardzo prostą. Zatłaczane są magazynowane media i równocześnie odbierana jest solanka. Dla wytlaczenia mediów z magazynu zatłaczana jest potrzebna ilość solanki. W istocie jednak, magazyn „Góra” jest skomplikowanym bytem technicznym, co ilustruje uproszczony schemat operacyjny PMRiP „Góra” (Fig.2).

Istniejące komory miały płaskie stropy. Dla zapewnienia długotrwałej stateczności geomechanicznej komór magazynowych zdecydowano o wyługowaniu kopuł nad płaskimi stropami. Było to zadanie bardzo trudne ze względu na docelowe średnice płaskich stropów i mało miejsca pomiędzy istniejącymi stropami na planowaną lokalizację butów ostatniej cementowanej kolumny rur. Wymagało to niespotykanej normalnie precyzji w ustawianiu rur ługowniczych i prowadzeniu ługowania kopuł. Ponieważ w trakcie ługowania kopuł produkowana była solanka o stężeniu nieprzemysłowym, a w kopalni „Góra” nie było obiegu półsolanki, właściwe jej zagospodarowanie z równoczesnym zapewnieniem ciągłych dostaw solanki o wymaganych parametrach dla odbiorców było zadaniem bardzo trudnym i słowa uznania należą się załodze IKS SOLINO prowadzącej ługowanie.

W komorach magazynowych przekształconych z komór poeksploatacyjnych produkt podawany/odbierany jest do/z komory otworem głównym a solanka odbierana/podawana z/do komory kolumną rur zapuszczoną w otworze bisowym odpowiednio poniżej dolnej granicy magazynowania. Schemat komory poeksploatacyjnej przekształconej w komorę magazynową pokazano na fig. 3.

⁶ Ostatecznie benzyna nie weszła do programu magazynowego

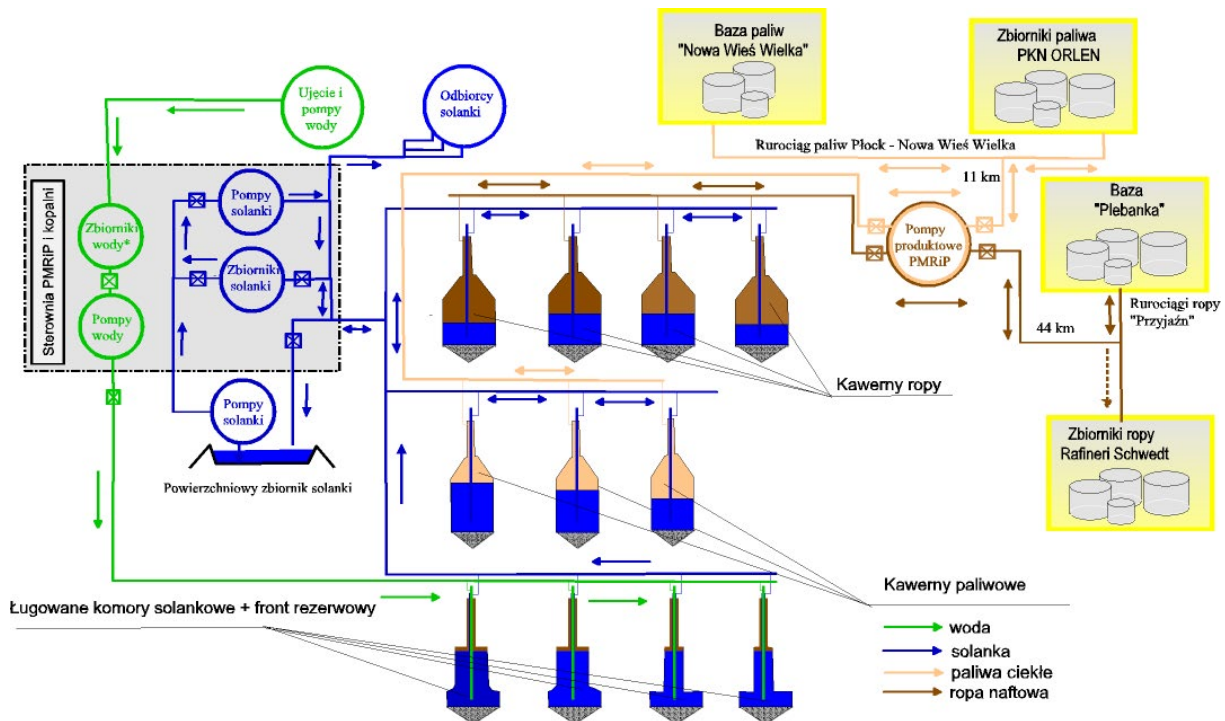


Fig. 2. Uproszczony schemat operacyjny PMRiP „Góra”

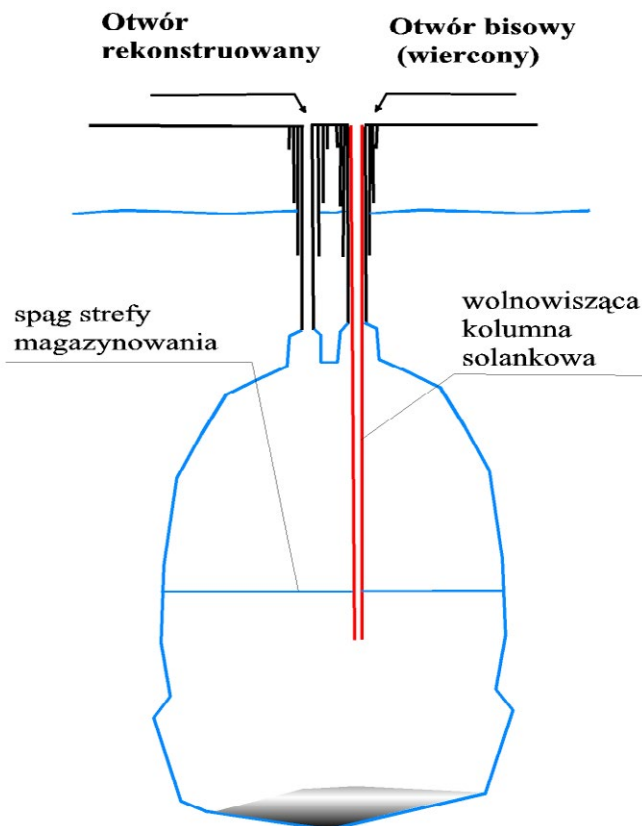


Fig. 3. Schemat komory poeksploatacyjnej przekształconej w komorę magazynową

Ponieważ czas pracy magazynu określono na minimum 50 lat powszechnie zgadzano się, że cementacje istniejących otworów w komorach poeksploatacyjnych nie dają gwarancji długotrwałej szczelności. Zdecydowano się na rekonstrukcję otworów poprzez umieszczenie w istniejącej kolumnie nowej

kolumny o mniejszej średnicy i zacementowanie jej w interwale skały solnej o odpowiedniej (zapewniającej szczelność) długości. Dla zapewnienia wymaganej wydajności przepływu produktu zdecydowano o dowierceniu do przekształconej komory poeksploatacyjnej drugiego otworu (tzw. otworu „bisowego”). Należy podkreślić, iż magazyn „Góra” był pierwszym na świecie magazynem, w którym zastosowano takie rozwiązanie. Przedsiębiorstwo Robót Wiertniczych i Górniczych (PRWiG) Warszawa było wykonawcą wszystkich rekonstrukcji i wiercenia otworów „bisowych”.

Rekonstrukcja w otworze nad komorą jest operacją bardzo trudną, podobnie zresztą jak dowiercanie się do istniejącej komory, zaś biorąc ponadto pod uwagę opisane w dalszej części artykułu trudności techniczne, jakie napotkano przy rekonstrukcjach niektórych otworów, należy stwierdzić, iż specjaliści z PRWiG oraz projektanci rekonstrukcji i wiercenia wykazali się profesjonalizmem na światowym poziomie.

Innym podstawowym czynnikiem zapewniającym długotrwałą szczelność otworów magazynowych był wybór spągu strefy magazynowania, zapewniający brak niebezpieczeństwa szczelinowania cementacji i górotworu. Dla ochrony nowo wykonanych cementacji przed naprężeniami rozciągającymi wykonano (przez ługowanie) tak w otworach głównych jak i bisowych „szyje” o odpowiedniej długości. Otwory magazynowe i komora podawana była testowi szczelności według wymagań magazynowych Solution Mining Research Institute (SMRI). Należy podkreślić iż specjaliści z CHEMKOPu opracowali i wdrożyli na wszystkich komorach magazynowych PMRiP „Góra” oryginalną w skali światowej technologię badania szczelności cieczą⁷.

⁷ Więcej informacji na ten temat w publikacji [4].

5. BUDOWA MAGAZYNU: ZAKRES ROBÓT, PODSTAWOWE OBIEKTY

Budowa części podziemnej magazynu bazowała przede wszystkim na wykorzystaniu do celów magazynowych istniejących wyługowanych przestrzeni w komorach, w których zakończono produkcję solanki. Jednakże dla przekształcenia komór poeksploatacyjnych w komory magazynowe niezbędne było wykonanie: wielu prac, obejmujących.

- ◆ rekonstrukcję 9 otworów magazynowych (w tym frezowanie odcinkowe kolumn rur i cementacji w 2 otworach).
- ◆ wiercenie 9 otworów „bisowych” do istniejących komór poeksploatacyjnych.
- ◆ ługowanie kopuł w 9 kawernach magazynowych.
- ◆ ługowanie „szyj” w 19 otworach magazynowych.
- ◆ ługowanie od podstaw 1 komory magazynowej.
- ◆ doługowanie brakującej objętości w 2 kawernach.
- ◆ przeprowadzenie końcowej próby szczelności w 10 kawernach.
- ◆ instalacja w 19 otworach specjalnie zaprojektowanych głowic eksploatacyjnych (4 rodzaje).
- ◆ zakup urządzenia manewrowego i likwidacja wież otworowych.
- ◆ rozbudowa frontu solankowego kopalni przez odwiercenie i uruchomienie eksploatacji w dodatkowych otworach solankowych.

Od podstaw została zbudowana powierzchniowa infrastruktura surowcowa i produktowa magazynu, rozbudowano i zmodernizowano infrastrukturę wodno-solankową kopalni, która służy tak kopalni „Góra” jak i magazynowi. Główne prace w tym zakresie obejmowały:

- ◆ budowę pompowni ropy i paliw wraz z infrastrukturą.
- ◆ budowę rurociągów ropy, paliw i solanki oraz dróg do kawern magazynowych.
- ◆ budowę budynku wielofunkcyjnego.
- ◆ modernizację i rozbudowę zbiornika wody oraz pompowni wody.
- ◆ budowę dwóch nowych zbiorników solanki i modernizacja istniejących zbiorników.
- ◆ budowę instalacji odbioru odcieków technologicznych.
- ◆ budowę systemów pomiarowych i sterowniczych kawern i magazynu.
- ◆ budowę zbiornika solanki manewrowej (pojemność > 200 tys. m³) wraz z pompownią solanki.
- ◆ budowę placów przy-otworowych i rurociągów do-otworowych do nowych komór solankowych.
- ◆ budowę nowego AKP (DCS).

Dla uzyskania połączenia magazynu z infrastrukturą surowcową zbudowano rurociąg ropy o długości ok. 44 km, a dla połączenia z infrastrukturą produktową rurociąg paliw o długości ok. 11 km. Budowę magazynu podzielono na trzy etapy. Podział na etapy wynikał z potrzeby jak najwcześniej-

szego uruchomienia magazynu, przy zróżnicowanym czasie gotowości kawern magazynowych.

6. WYSTĘPUJĄCE PROBLEMY GEOLOGICZNE I TECHNICZNE I WYNIKAJĄCE Z NICH NIEZBĘDNE ZMIANY W PIERWOTNEJ KONCEPCJI MAGAZYNU

Proces projektowania i budowy magazynu odbywał się pod presją założonego czasu oddania magazynu do ruchu. Presja ta była tym silniejsza, że decyzja o realizacji inwestycji była opóźniona w stosunku do pierwotnie zakładanego terminu. Ponadto w trakcie prac górniczych i wiertniczych napotkano na szereg trudności o charakterze geologicznym i technicznym. Poniżej wymieniono niektóre z tych problemów. Były to:

- ◆ Ujawnienie się w czasie budowy magazynu nowego połączenia pomiędzy 2 komorami w strefie przewidzianej na magazynowanie.
- ◆ Ługowanie kierunkowe stwierdzone na wczesnym etapie budowy pojemności magazynowej w 2 komorach, które miały magazynować docelowo paliwo.
- ◆ Wynikająca z powyższego konieczność rekonstrukcji 2 otworów w komorach poeksploatacyjnych, co ze względu na brak miejsca pomiędzy płaskim stropem komory a butem ostatniej istniejącej kolumny cementowanej rur połączone być musiało z odcinkowym frezowaniem rur i cementacji.
- ◆ Kłopoty z frezowaniem rur w obydwu otworach. „Rekordowe” zużycie noży frezujących w jednym otworze spowodowane stwierdzonym *post fatum*, nie ujawnionym w dokumentacji, występowaniem we frezowanym odcinku rury ze stali N-80 zamiast stali K-55.
- ◆ „Erupcja” oleju z komory solankowej która nastąpiła po sfrezowaniu odcinka cementowanej kolumny rur. Olej izolacyjny w ilości kilkudziesięciu m³ zgromadził się w podługowaniach za butem cementowanej kolumny rur. Tylko wynikające z przezorności zastosowanie prewentera zapobiegło poważnym skutkom ekologicznym⁸.
- ◆ Kłopoty z wystąpieniem „porwaka” anhydrytu w kopule jednej z przekształcanych komór. Wystająca skała ta uniemożliwiała pomiar komory echosondą. Ostatecznie rozwiązano problem przez zastosowanie perforowanej, wolnowiszącej rury osłonowej.
- ◆ Podobnie jak w przypadku każdej nowej technologii, wdrożenie technologii wykonywania prób szczelności cieczą komór i otworów magazynowych początkowo powodowała pewne kłopoty.

Nie jest celem niniejszej publikacji szczegółowe przedstawianie sposobów, w jaki rozwiązano zaistniałe problemy. Istotne jest to, że udało się je rozwiązać w sposób skuteczny i szybki. Było to możliwe dzięki bardzo dobrej bieżącej

⁸ Problemy te i sposoby ich rozwiązania zostały szczegółowo przedstawione w publikacji [5]

współpracy Inwestora i projektanta. Projektant (CHEMKOP) szybko znajdował nowe rozwiązania a Inwestor szybko podejmował, często odważne decyzje. Niektóre z zaistniałych trudności wymusiły wprowadzenie zmian w pierwotnej koncepcji magazynu obejmujących:

- ♦ połączenie 2 komór poeksploatacyjnych w strefie przewidzianej na magazynowanie wymusiło zmiany w programie magazynowym II i III etapu.
- ♦ stwierdzone w 2 komorach ługowanych od początku jako kawerny magazynowe na paliwa ługowanie kierunkowe spowodowało wyłączenie ich z realizowanego programu magazynowego, co z kolei spowodowało konieczność przekształcenia w kawerny magazynowe 2 komór poeksploatacyjnych początkowo nie przewidzianych do magazynowania, ponieważ wymagało to kosztownego i związanego z dużym ryzykiem technicznym zabiegiem odcinkowego frezowania rur i cementacji na istniejącymi komorami.
- ♦ niemożność zakupu odpowiednio dużego terenu w pobliżu magazynu spowodowała konieczność budowy zbiornika solanki manewrowej na terenie składowiska odpadów przemysłowych Inowrocławskich Zakładów Chemicznych (IZChem) Mątwy.

7. SKRÓCONE KALENDARIUM BUDOWY MAGAZYNU, FIRMY PROJEKTUJĄCE I BUDUJĄCE MAGAZYN

- 1993 -1998 – Prace projektowe przedinwestycyjne zrealizowane przez CHEMKOP, IKS, NAFTOPROJEKT.
- 1998 – Koncepcja Programowo Przestrzenna (KPP) magazynu: PROSYNCHEM (część powierzchniowa), CHEMKOP (część podziemna), NAFTOPROJEKT (rurociągi łączące magazyn z infrastrukturą surowcową i produktową).
- 1998 – Początek ługowania kopuł w wybranych komorach poeksploatacyjnych.
- 1999 – LURGI BIPRONAFT staje się generalnym projektantem magazynu i podmiotem odpowiedzialnym za kompletację dostaw.
- 2000 – LURGI BIPRONAFT wykonuje Rewizję KPP, CHEMKOP wykonuje Rewizję dla części podziemnej.
- 2000 – LURGI BIPRONAFT zostaje Inwestorem zastępczym budowy magazynu.
- 2001 – zakończono I etap budowy magazynu, 5 przekształconych w kawerny magazynowe komór poeksploatacyjnych, pojemność magazynowa: ropa 1,5 mln t, paliwa 0,375 mln t.
- 2004 – zakończono II etap budowy magazynu, łącznie 7 komór przekształconych w kawerny magazynowe – pojemność: ropa - 2,0 mln t, paliwa – 0,84 mln t;
- I 2007 – zakończono budowę magazynu – 9 kawern przekształconych i 1 kawerna wylugowana – łączna pojemność magazynowa ponad 3,5 mln t ropy i ponad 0,9 mln t paliw

Przedstawiony powyżej zakres bardzo zróżnicowanych prac inwestycyjnych powodował konieczność zaangażowania dużej liczby specjalistycznych przedsiębiorstw. Mnogość podmiotów pracujących przy budowie magazynu narzucała konieczność niezwykle starannej koordynacji prac. Na uwagę zasługuje fakt iż magazyn został zaprojektowany i zbudowany praktycznie w 100% w oparciu o polską myśl inżynierską. Poniżej przedstawiono podstawową listę firm projektujących i budujących magazyn i jego połączenia zewnętrzne.

- ♦ PKN ORLEN S.A, Płock – właściciel i wykonawca zewnętrznych połączeń rurociągowych ropy i paliw magazynu, obecny właściciel 100% akcji IKS SOLINO S.A.
- ♦ IKS SOLINO S.A. , Inowrocław– właściciel koncesji na eksploatację soli i magazynowanie, Inwestor następnie właściciel i operator magazynu, wykonawca ługowania komór magazynowych i realizator części inwestycji.
- ♦ OBRGSChem CHEMKOP Sp. z o.o., Kraków – pomysłodawca i twórca koncepcji magazynu, projektant części podziemnej magazynu, wykonawca pomiarów echometrycznych kawern, wykonawca finalnych testów szczelności, autor Instrukcji obsługi magazynu.
- ♦ LURGI BIPRONAFT S.A., Kraków (obecnie LURGI S.A.) – projektant części powierzchniowej magazynu, podmiot odpowiedzialny za kompletację dostaw, Inwestor zastępczy przy budowie magazynu.
- ♦ Naftoprojekt (obecnie Naftoprojekt Polska Sp. z o.o.), Warszawa – projektant rurociągów ropy i paliw łączących magazyn z infrastrukturą zewnętrzną.
- ♦ PRWiG S.A., Warszawa – wykonawca wszystkich otworów „bisowych” do komór magazynowych, wykonawca rekonstrukcji wszystkich otworów przekształczanych w otwory magazynowe.
- ♦ Naftobudowa Holding S.A, Mostostal Płock; Elektrobudowa Katowice – oddział Płock, Energoaparatura, Katowice; Betonstal, Płock; Mostostal Janikowo; Geofizyka Toruń sp. z o.o.; Geoconsulting, Kraków: NORD, Gdańsk oraz wiele lokalnych (kujawskich) przedsiębiorstw.

Magazyn „Góra” nie powstałby bez głębokiego zaangażowania, pracy i wiedzy bardzo wielu osób. Nie sposób wymienić ich wszystkich. Zatem poniższa lista z pewnością nie wyczerpuje osób zasługujących na wymienienie:

- IKS SOLINO S.A. , Inowrocław: przede wszystkim cały ówczesny Zarząd Spółki – Pan Czesław Misterski, Pan Piotr Mroziński, Pani Jolanta Gerus, Ś.P. Zbigniew Jasiński – wtedy Z-ca Dyrektora ds. Budowy PMRiP - Główny Mierniczy Górniczy, a także załoga KS „Góra” w tym kierownicy tej kopalni Panowie Marcin Anders i Michał Aleksander;
- PKN ORLEN S.A, Płock: Pan Prezes Konrad Jaskóła, Pan Dyrektor Eugeniusz Korsak, Pan Dyrektor Czesław Bugaj, Pan Jacek Dąbrowski;

- OBRGSCHEM CHEMKOP Sp. z o.o., Kraków – Zarząd Spółki – Panowie Andrzej Maciejewski i Stanisław Brańka (pomysłodawca i autor koncepcji magazynu), oraz pełniący obowiązki generalnego projektanta części podziemnej magazynu Mirosław M. Mazur;
- LURGI BIPRONAFT S.A., Kraków (obecnie LURGI S.A.) – Pani Małgorzata Bułaś pełniąca obowiązki generalnego projektanta części powierzchniowej magazynu;
- PRWiG S.A. Warszawa – Pan Prezes Józef Mił oraz ówczesny Kierownik działu prób, dziś Dyrektor ds. wierceń - Pan Wiesław Dębek.

8. BUDOWA MAGAZYNU – CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA OSIĄGNIĘTY SUKCES

Budowę magazynu należy uznać za sukces. Pomimo licznych trudności natury geologicznej i technicznej w założonym, bardzo krótkim czasie powstał magazyn o planowanej pojemności i parametrach eksploatacyjnych. Należy podkreślić rekordowo niski w skali światowej jednostkowy koszt inwestycyjny oraz niskie koszty operacyjne. Na osiągnięty sukces złożyło się wiele czynników, wśród których do głównych należy zaliczyć:

- odważną ale też rozważną (poprzedzoną licznymi analizami i przedinwestycyjnymi pracami studialnymi i projektowymi) decyzję o wykorzystaniu istniejących pustek;
- efektywne i nowoczesne procedury projektowe części podziemnej, w tym: indywidualne projekty wiercenia i rekonstrukcji otworów, ługowania kopuł poszczególnych komór (oparte o wyniki symulacji programem WinU-BRO) i prób szczelności;
- nowoczesne i efektywne rozwiązania techniczne części powierzchniowej magazynu;
- proste i szybkie procedury wyboru wykonawców i zarządzania budową, jak również dobra współpraca inwestora z projektantami i wykonawcami – w sytuacjach kryzysowych szybkie decyzje dotyczące niezbędnych zmian;
- wdrożone innowacyjne rozwiązania techniczne dostosowane do warunków geologiczno-górnictwowych (dwa otwory do komory, frezowanie cementowanych rur okładziny w otworze nad istniejącą komorą, nowatorska metoda wykonywania prób szczelności ciecżą).

Aktualne parametry eksploatacyjne magazynu są objęte tajemnicą i nie będą prezentowane w niniejszej publikacji.

9. OGRANICZENIA MAGAZYNU, MOŻLIWOŚCI ROZBUDOWY I ULEPSZEŃ MAGAZYNU

W dotychczasowej części niniejszej publikacji wiele miejsca poświęcono zaletom PMRiP „Góra”. Oczywiście nie znaczy to iż magazyn nie ma wad. Najważniejsze z nich wynikają z dwóch przyczyn. Po pierwsze fakt przekształcenia komór poeksploatacyjnych w komory magazynowe niesie za sobą szereg utrudnień i negatywnych konsekwencji eksploatacyj-

nych. Wymienić tu trzeba przede wszystkim konieczność utworzenia bardzo dużego frontu rezerwowego produkcji solanki dla opróżniania magazynu. Inną często podnoszoną ostatnio kwestią jest istniejące ograniczenie w wielkości długotrwałej wysokiej wydajności wytłaczania z magazynu ropy, a idąc dalej aktualna niemożność opróżnienia magazynu w sposób ciągły w przeciągu 90 dni, (tak definiuje zapasy interwencyjne projekt, jeszcze nie uchwalonej *Ustawy o zmianie ustawy o zapasach ropy naftowej, produktów naftowych i gazu ziemnego oraz zasadach postępowania w sytuacjach zagrożenia bezpieczeństwa paliwowego państwa i zakłóceń na rynku naftowym oraz niektórych innych ustaw*)⁹. A przecież w założeniach projektowych Inwestora mowa była o wytłaczaniu szarżami, a wielkość szarż i przerwy pomiędzy nimi zostały uzgodnione. Inaczej mówiąc magazyn został zaprojektowany i zbudowany ściśle według uzgodnionych założeń. Inną sprawą jest dostosowanie go do ewentualnej konieczności opróżnienia go z produktów w przeciągu 90 dni. I takie przekształcenie jest możliwe. Innymi minusami magazynu są:

- brak kawerny rezerwowej (kawerna tak była planowana w dalszej perspektywie już po oddaniu magazynu do ruchu),
 - niedogodne położenie zbiornika solanki manewrowej¹⁰.
- Jeśli chodzi o możliwości rozbudowy i usprawnienia pracy magazynu, to autorzy publikacji widzą następujące kierunki prac (większość z nich jest realizowana):
- stworzenie możliwości istotnego zwiększenia wydajności wytłaczania ropy i paliw z magazynu,
 - adaptacja dalszych komór poeksploatacyjnych (na razie 2 nowe komory),
 - analiza możliwości zwiększenia pojemności magazynu przez obniżenie dolnej granicy magazynowania w wybranych komorach.

Dalsza znacząca rozbudowa pojemności magazynowej PMRiP „Góra” może mieć miejsce przy zapewnieniu:

- istotnego zwiększenia wydajności wytłaczania ropy z magazynu;
- przeniesieniu eksploatacji na inne złożo;
- potwierdzenia długotrwałej stateczności geomechanicznej komór i górotworu jako całości.

⁹ Nawiasem mówiąc aktualnie obowiązująca *Dyrektywa Rady Europy 2006/67/WE* nakładająca na państwa członkowskie obowiązki utrzymywania minimalnych zapasów ropy naftowej lub produktów ropopochodnych nie mówi nic o obowiązku udostępnienia zapasów w ciągu 90 dni.

¹⁰ W tej sprawie nie ma zgody między autorami artykułu. Położenie zbiornika w Mątwach niewątpliwie komplikuje operacje magazynowe. Z drugiej strony jest to przykład sensownego wykorzystania obszarów zdegradowanych ekologicznie.

10. ZNACZENIE MAGAZYNU DLA BEZPIECZEŃSTWA PALIWOWEGO POLSKI

Znaczenie PMRiP Góra dla bezpieczeństwa paliwowego Polski najlepiej ilustrują poniższe liczby:

- aktualna łączna krajowa pojemność magazynowa dla ropy i paliw (łącznie z pojemnościami „operacyjnymi”) wynosi – ok. 9 mln m³ ¹¹, co odpowiada ok. 100 dniom wewnętrznego zużycia,
- pojemność magazynu „Góra” wynosi powyżej 5 mln m³.
- magazyn „Góra” tworzy > 55% pojemności ogółem i znacznie większy procent pojemności na rezerwy „interwencyjne”.

Chociaż tak magazyn jak i magazynowane produkty należą obecnie do grupy kapitałowej PKN ORLEN to usytuowanie i połączenia surowcowe magazynu „Góra” umożliwiają zaopatrzenie w sytuacji kryzysowej zaopatrzenie w ropę naftową obydwu największych polskich rafinerii. Jak się wydaje, można bez przesady stwierdzić że magazyn ropy i paliw w tym przede wszystkim magazyn „Góra” – „polisa na życie Polski” w zakresie zaopatrzenia w ropę i paliwa.

O znaczeniu magazynu „Góra” dla bezpieczeństwa paliwowego Polski najlepiej świadczy następujący przykład. W styczniu 2007 Rosja wstrzymała dostawy ropy rurociągami „Przyjaźń” do Polski i Niemiec. Powodem, a może pretekstem było „podkradanie” ropy na trasie tranzytu przez Białoruś, która zalegała ze znacznymi należnościami Rosji za dostarczoną ropę. Kiedy w świat poszła wiadomość o tym że ropa jest podawana z magazynu „Góra” do rurociągu Przyjaźń – w przeciągu kilkunastu godzin dostawy ropy zostały wznowione. Trzeba tu powiedzieć, że magazyn „Góra” mimo, iż spełnił swoją rolę, nie miał dobrej prasy. Przy tej okazji ukazało się w prasie ogólnopolskiej szereg artykułów przede wszystkim : Leszek Kraskowski – Polska bez ropy na czarną godzinę – Dziennik 17.10.2007, gdzie źle poinformowani, albo wręcz dezinformowani dziennikarze napisali szereg nieprawd a mówiąc wprost bzdur (np. że raz zatłoczonych pod ziemię produktów nie da się odzyskać)¹².

11. CZYNNIKI NIEZBĘDNE DLA DALSZEJ BEZPIECZNEJ I EFEKTYWNEJ EKSPLOATACJI MAGAZYNU

Zdaniem autorów niniejszej publikacji dalsza bezpieczna i efektywna eksploatacja magazynu „Góra” warunkowana jest przede wszystkim jak najszybszym przeniesieniem produkcji solanki na inne złoża oraz realizacją odpowiedniego programu monitoringu. Bardzo szybka skuteczna i niezwykle tania budowa magazynu możliwa była dzięki wykorzystaniu

istniejących przestrzeni poeksploatacyjnych. Należy pamiętać, iż otwory eksploatacyjne wiercone były w siatce 100 m, przy projektowanej średnicy komór 50 m. Jak dotąd nie ma żadnych przesłanek świadczących o ewentualnym zagrożeniu stabilności geotechnicznej górotworu, natomiast dalsza wieloletnia eksploatacja zasobów niewielkiego wysadu „Góra” z pewnością może wpłynąć znacząco na bezpieczeństwo magazynu i magazynowanych produktów. Drugą istotną kwestią jest pozostawienie odpowiedniej ilości zasobów soli zapewniających długotrwałą pracę magazynu. Z tych powodów jak najszybsze przeniesienie produkcji solanki na inne złoża/złoża jest kluczowe dla dalszej bezpiecznej eksploatacji magazynu „Góra”.

Inną, ważną dla bezpiecznej eksploatacji magazynu kwestią jest realizacja właściwego programu monitoringu. Według wiedzy autorów niniejszej publikacji w IKS SOLINO istnieje program monitoringu pracy magazynu. Program ten powinien zawierać co najmniej:

- okresowy pobór prób magazynowego produktu;
- regularne pomiary kształtu kawern i granicy produkt–solanka w komorach magazynowych;
- regularne pomiary i analiza przemieszczeń na powierzchni;
- realizację odpowiedniego programu badań hydrogeologicznych (piezometry, studnie gospodarskie);
- regularny monitoring powietrza glebowego.

Niezwykle istotne jest archiwizowanie i bieżąca analiza zbieranych danych a także okresowa, kompleksowa ich ocena pod kątem stanu bezpieczeństwa magazynu. Bardzo istotnym czynnikiem zwiększającym bezpieczeństwo magazynu, byłoby istnienie kawerny/kawern rezerwowej/rezerwowych. Umożliwiłoby to przetłaczanie ropy/produktów w obrębę magazynu celem dokonania okresowych prób szczelności komór i otworów magazynowych.

12. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wykorzystując polską myśl inżynierską w bardzo krótkim czasie został zbudowany jedyny (jak dotąd) podziemny magazyn ropy i paliw w Polsce.

Magazyn spełnia parametry projektowe założone przez Inwestora i PKN ORLEN.

Jest to duży, niezwykle tani, nowoczesny magazyn ropy i paliw, znacznie zwiększający bezpieczeństwo energetyczne Polski.

Należy dbać o przedłużenie czasu bezpiecznej eksploatacji magazynu przez szybkie przeniesienie eksploatacji soli na inne złoża/złoża oraz realizację właściwego programu monitoringu.

Należy wykonać kompleksową ocenę stanu bezpieczeństwa magazynu po ponad 10 letnim okresie jego eksploatacji.

Celowe wydają się prace nad zwiększeniem efektywności działania magazynu.

¹¹ Źródło : [6]

¹² Sprostowanie błędnych informacji zostało przedstawione w prezentacji M. Mazura „Podziemny magazyn ropy i paliw „Góra” – mity i fakty – widziane okiem projektanta” (materiał niepublikowany) przedstawionej na konferencji „Quo vadis sal” w 2010 roku.

LITERATURA

- [1] Jasiński Z. Podziemny system magazynowania w kavernach solnych. *Górnictwo Odkrywkowe* nr 3-4/2004; Konferencja „Ekologia w Przemśle Rafineryjnym, Kielce 2001, konferencja Stowarzyszenia Naukowo-Technicznej IITPNiG; Konferencja „Doświadczenia z likwidacji zakładów górniczych, Mysłowice 2002.
- [2] Mroziński P., Jasiński Z., Tadych J. Specific feature of the underground oil and fuel storage „Góra” - construction and exploitation, SMRI Fall Meeting , Berlin 2004.
- [3] BP Statistical Revue of World Energy, June 2012.
- [4] Brańka S., Jasiński Z., Mazur M. MIT in Gora Cavern Underground Oil and Fuel Storage, SMRI Fall Meeting , Bad Ischl 2002.
- [5] Brańka S., Mazur M., Mil J. Reconstruction works on G-14 and G-15 wells in Góra Underground Cavern Oil and Fuel Storage SMRI Fall Meeting , Berlin 2004.
- [6] Instytut Kościuszki. Bezpieczeństwo energetyczne Polski 2010. Raport otwarcia.
- [7] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 prawo energetyczne. Dz. U. z 2012 r. poz. 1059
- [8] Dyrektywa Rady Europy 98/93 UE. Dz.U. UE L. 358 z 31.12.1998
- [9] Ustawa z dnia 30 maja 1996 r. o rezerwach państwowych oraz zapasach obowiązkowych paliw płynnych. Dz. U. 1996 nr 90 poz. 404.
- [10] Ustawa z dnia 16 lutego 2007 r. o zapasach ropy naftowej, produktów naftowych i gazu ziemnego oraz zasadach postępowania w sytuacjach zagrożenia bezpieczeństwa paliwowego państwa i zakłóceń na rynku naftowym . Dz. U. Nr 52, poz. 343, z późn. zm.