

*hydrotechnika, Bełchatów,  
elektrownia, kopalnia,  
rekultywacja*

Józef SAWICKI\*

## **ANALIZA TECHNICZNYCH MOŻLIWOŚCI BUDOWY ELEKTROWNI SZCZYTOWO-POMPOWEJ W ODKRYWKACH KWB „BEŁCHATÓW”**

W artykule przedstawiono wstępne założenia techniczne i obliczenia dotyczące lokalizacji elektrowni szczytowo-pompowej w KWB „Bełchatów” z lokalizacją zbiorników na zwałowisku wewnętrznym i na dnie odkrywki „Bełchatów”, lub na zwałowisku zewnętrznym i na dnie wykopu otwierającego odkrywki „Szczerców”. Stwierdzono, że istnieje techniczna możliwość uzyskania około 500 MW mocy w okresach pięciu godzin szczytu energetycznego z każdej tych lokalizacji elektrowni. Przedstawiony pomysł wymaga pogłębionej analizy.

### **1. WSTĘP**

Zespół górniczo-energetyczny kopalni i elektrowni „Bełchatów” należy do największych wytwórców energii elektrycznej w Europie. Zainstalowana moc Elektrowni „Bełchatów” wynosi 4440 MW i elektrownia ta dostarcza około 20% całej wytwarzanej w Polsce energii elektrycznej. Usytuowanie elektrowni w środkowej Polsce stwarza bardzo dogodne warunki przesyłu energii do odbiorców przez minimalizację jej strat w sieci.

Jak każda elektrownia ciepła, Elektrownia „Bełchatów” w cyklu dobowym i tygodniowym pracować musi ze stałą mocą i nie ma możliwości magazynowania energii, w celu jej pokrycia w okresach tak zwanych szczytów zapotrzebowania [1]. W okresach szczytów zapotrzebowania na energię oraz w przypadkach awarii energetycznych do pracy włączane są w Polsce elektrownie wodne – zbiornikowe, z członnem pompowym i elektrownie pompowe, zwane szczytowo-pompowymi. Łączna moc

---

\* Politechnika Wroclawska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Instytut Górnictwa, pl. Teatralny 2, 50-051 Wrocław.

tych elektrowni wg Z. Mikulskiego [2] wynosi 1824 MW i dostarczają one około 3000 GWh energii rocznie. Z tych wielkości na trzy elektrownie szczytowo-pompowe: Żarnowiec (680 MW), Żar (500 MW) i Żydowo (150 MW) przypada 1330 MW mocy i 2000 GWh energii elektrycznej. Cała ilość produkowanej energii elektrycznej w Polsce wynosi w 2007 r. około 159 500 GWh [4].

Energia uzyskiwana z elektrowni wodnych stanowi więc tylko 1,8%, a energia wytwarzana z elektrowni szczytowo-pompowych, czyli energia cieplna zmagazynowana na czas szczytowego zapotrzebowania mocy – tylko 1,2% całej produkowanej energii elektrycznej. Jest to bardzo niski procent. Niekorzystny jest rozkład tej energii „szczytowej” na terenie Polski – na Pomorzu i w Beskidzie Śląskim. W Polsce Środkowej brak jest takich możliwości.

Pomysł wykorzystania wyrobisk górniczych do magazynowania energii jest znany od dawna. Należy wyrazić zdziwienie, że nie był analizowany na etapie projektowania KWB „Bełchatów”. Jest jednak jeszcze czas, aby mógł zostać przeanalizowany pod względem technicznym i ekonomicznym. Sądzę, że inwestycja mogłaby być jeszcze zrealizowana i miałaby szansę na zamortyzowanie się. Eksploatacja węgla brunatnego w odkrywce Bełchatów planowana jest do 2026 r., a w odkrywce Szczerców do 2048 r. Zwałowisko zewnętrzne przy odkrywce Szczerców jest jeszcze w trakcie sypania i formowania.

## 2. ZAŁOŻENIA TECHNICZNE I UWARUNKOWANIA TERENOWE DLA LOKALIZACJI ZBIORNIKÓW ELEKTROWNI SZCZYTOWO-POMPOWEJ W KWB „BEŁCHATÓW”

Zasada działania elektrowni szczytowo-pompowej polega na pompowaniu wody do górnego zbiornika, zwykle w okresie nocy, gdy elektrownie ciepłe dysponują nadmiarem mocy w stosunku do potrzeb. Woda gromadzona jest w odpowiednio dużym i pojemnym zbiorniku górnym. W okresie szczytu energetycznego zapotrzebowania mocy, woda z tego zbiornika spuszczana jest przy pomocy sztolni lub rurociągów o dużej średnicy, do dolnego zbiornika. Na zakończeniu rurociągów usytuowana jest zwykle turbina połączona z generatorem prądu i silnikiem elektrycznym. Spadająca woda porusza łopatki turbiny, a generator wytwarza prąd. Silnik elektryczny jest wyłączony. Wyływająca woda gromadzi się w zbiorniku dolnym, o co najmniej takiej samej pojemności jak zbiornik górny. W okresie nadmiaru mocy elektrowni cieplnej wyłączony jest generator, pracuje natomiast silnik elektryczny, który porusza turbinę w przeciwnym kierunku obrotów. Zwykle ta sama turbina pompuje wodę z dolnego do górnego zbiornika. Czas spuszczenia wody z górnego zbiornika to zwykle 4–6 godz. Czas pompowania jest zwykle dłuższy o 1–2 godz. Sprawność całego procesu oceniana jest na 70–80%, ale tanią energię w okresach jej nadmiaru zamienia się na najdroższą energię w okresie szczytu zapotrzebowania mocy.

Moc siłowni wodnej  $P$  [kW] określa wzór:

$$P = 9,81 \cdot H \cdot Q \cdot \mu \quad (1)$$

gdzie:

$H$  – spad wody [m],

$Q$  – natężenie przepływu wody [ $\text{m}^3/\text{s}$ ],

$\mu$  – współczynnik sprawności zespołu turbina – generator około 0,8.

Wysokość spadu wody podyktowana jest różnicami wysokości, jakie mogą być uzyskane pomiędzy możliwością lokalizacji górnego i dolnego zbiornika.

W przypadku odkrywki „Bełchatów” dolny zbiornik może być usytuowany na najniższym poziomie po wyeksploatowaniu węgla, a więc od  $-10$  do  $-50$  m p.p.m. plus wysokość obwałowania 15 do 20 m ponad dnem zbiornika. Dno zbiornika górnego może być położone na wysokości około 210 m n.p.m. na powierzchni zwałowiska wewnętrznego. Wysokość obwałowania zbiornika powinna sięgać około 15 do 20 m ponad dnem. Różnica wysokości może wynosić od 220 do 250 m rys. 1, 3a, 3b .

W odniesieniu do odkrywki „Szczerców” w niedalekiej przyszłości będzie zakończone formowanie składowiska nadkładu na wysokości  $+300$  m n.p.m.. Mogłoby ono stanowić dno przyszłego górnego zbiornika. Podobnie jak w przypadku odkrywki „Bełchatów”, wysokość obwałowań zbiornika sięgać może około 20 m. Dolny zbiornik może zostać usytuowany na dnie odkrywki po wyeksploatowaniu węgla na poziomie około  $+10$  m n.p.m. Wysokość jego obwałowań powinna sięgać nie wyżej niż 20 m. Zbiornik może zostać zagłębiony w warstwy podwęglowe i jednocześnie może służyć jako miejsce spływu wód do odwodnienia powierzchniowego odkrywki. Różnica wysokości wynosi w tym przypadku aż 290–300 m (rys. 2 i 4).

Natężenie przepływu  $Q$  zależne jest od objętości projektowanego zbiornika wodnego. Woda zgromadzona w jego użytkowej pojemności  $V$  powinna być opróżniana w ciągu około 5 godz. czyli 18 000 s.

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2)$$

gdzie:

$V$  – objętość użytkowa zbiornika [ $\text{m}^3$ ],

$t$  – czas opróżniania zbiornika [s].

W zależności od objętości zbiornika natężenie przepływu przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Konieczne natężenie przepływu wody w zależności od pojemności zbiornika

$V$ – mln $\text{m}^3$	2	3	4	5	6	7
$Q$ – $\text{m}^3/\text{s}$	111	167	222	278	333	389

Jeśli znamy przewidywaną objętość zbiornika i natężenie wypływu wody, możemy określić zakres mocy elektrowni szczytowo-pompowej  $P$  [MW] w odniesieniu do

przedstawionych powyżej różnic wysokości zbiorników górnego i dolnego w obu odkrywkach. Obrazuje to tabela 2.

Tabela 2. Moc elektrowni w MW w zależności od pojemności zbiornika i spadu wody

$V$ – mln $m^3$	$Q$ – $m^3/s$	$H = 180$ m	$H = 200$ m	$H = 220$ m	$H = 250$ m	$H = 270$ m	$H = 290$ m
2	111	157	174	191	217	235	252
3	167	221	246	271	308	332	357
4	222	313	348	383	435	470	505
5	278	392	436	479	545	588	632
6	333	470	523	575	654	705	757
7	389	549	610	671	762	823	884

Kolejnym pytaniem powinny być wymiary zbiorników, aby mogły pomieścić wymagane objętości wody. Założono, że wysokości obwałowań zbiorników nie przekroczą  $h = 20$  m. Kształt zbiorników powinien być zbliżony do kwadratu lub prostokąta. Długość nie powinna być większa niż około 70–80% szerokości odkrywki w dnie wyrobiska. Dno i obwałowania zbiornika górnego powinny być uszczelnione. Zbiornik dolny powinien mieć uszczelnione obramowania w formie nasypów od strony wewnętrznej, a jeśli byłby zagłębiony w utworach podwęglowych, nie wymaga ani uszczelnień, ani specjalnych umocnień oprócz strefy wypływu wody w pobliżu turbin i pompowni.

Orientacyjne wymiary górnych zbiorników na zwałowisku wewnętrznym odkrywki „Bełchatów” i na zwałowisku zewnętrznym odkrywki „Szczerców” w zależności od ich objętości obrazuje tabela 3.

Tabela 3. Proponowane wymiary górnego zbiornika w zależności od jego pojemności

$V$ – mln $m^3$	2	3	4	5	6	7
Dług. – $a$ [m]	400	450	500	550	600	650
Szer. – $b$ [m]	400	450	500	550	600	650
Wys. – $h$ [m]	13	14,8	16,0	16,5	16,7	16,6
Wys. – $h_2$ [m]	15	16,5	18	18	18,5	18,5

Długość ( $a$ ) i szerokość ( $b$ ) określona jest na poziomie połowy wysokości obwałowania. Wysokość  $h$  – dotyczy wysokości zwierciadła wody ponad dnem,  $h_2$  dotyczy wysokości obwałowania.

Wymiary zbiornika dolnego na polu Bełchatów i Szczerców powinny być dostosowane do prowadzonych prac górniczych i nie powinny im w jakimkolwiek stopniu przeszkadzać. Zbiorniki dolne mogą powstać dopiero po wyeksploatowaniu najniższego pokładu węgla. Byłoby bardzo wskazane, aby mogły one zastąpić rzepia, do których sprowadzana byłaby woda z odwodnienia powierzchniowego odkrywek. Zbiorniki dolne powinny być wydłużone w osi N–S, czyli w linii frontu robót górniczych. Objętości i głębokości powinny być podobne jak w przypadku zbiorników gór-

nych, z przegłębieniem w rejonie lokalizacji elektrowni i pompowni, jak również z umocnieniem dna i brzegów zbiornika.

### 3. ANALIZA MOŻLIWOŚCI POŁĄCZEŃ GÓRNEGO I DOLNEGO ZBIORNIKA W WARUNKACH PRACY KOPALNI

#### 3.1. ODKRYWKA „BELCHATÓW”

Ze względu na brak możliwości lokalizacji górnego zbiornika elektrowni pompowej na zagospodarowanym już zwałowisku zewnętrznym, zbiornik ten usytuować można jedynie na formowanym zwałowisku wewnętrznym. Rozważyć można konieczność zmiany lokalizacji dolnego zbiornika, w miarę przesuwania się frontu zwałowania wewnętrznego w kierunku zachodnim.

W takiej sytuacji wydaje się, że jednym z rozwiązań (wariant A) jest połączenie obu zbiorników przy pomocy szybu i sztolni. Mogłyby one być budowane metodą zaczerpnięta ze starożytnego Egiptu, a więc przez stopniowe zasypywanie wybudowanych już części urządzeń hydrotechnicznych i w miarę przyrostu zwałowiska, „podciągania” budowli w górę. W najniższym miejscu usytuowana byłaby hydroelektrownia i pompownia (rys. 3a).

Innym rozwiązaniem (wariant B) może być budowa żelbetowej sztolni, zgodnej ze spadkiem skarpy zwałowiska wewnętrznego. Lokalizacja pomieszczeń hydroelektrowni znajdowałaby się na zakończeniu sztolni. Ze względu na zapad spągu węgla brunatnego w kierunku zachodnim dolny zbiornik powinien być usytuowany na granicy planowanego zakończenia zwałowania wewnętrznego (rys. 3b).

W istniejących w Polsce elektrowniach szczytowo-pompowych maksymalne prędkości przepływu wody w rurociągach i sztolniach są następujące [5]:

Żarnowiec  $4 \times \varnothing 5,4 - 7,2$  m, stal,  $Q_{\max} = 700 \text{ m}^3/\text{s}$   $v_{\max} = 7,65 \text{ m/s}$ ,

Żar 2 szyby  $\varnothing 4,0$  m, żelbet,  $Q_{\max} = 145 \text{ m}^3/\text{s}$   $v_{\max} = 5,77 \text{ m/s}$ ,

Żydowo  $2 \times \varnothing 5,6 + 1 \times 4,5$  m, stal,  $Q_{\max} = 240 \text{ m}^3/\text{s}$   $v_{\max} = 3,7 \text{ m/s}$ .

Można założyć, że w żelbetowych szybach lub sztolniach prędkość przepływu powinna wynosić około  $v_{\max} = 5-6 \text{ m/s}$ .

Przepustowość rurociągów, sztolni i szybów  $Q$  w  $\text{m}^3/\text{s}$  w zależności od ich średnicy i założonych prędkości została obliczona i przedstawiona w tabeli 4.

Liczbę rurociągów lub sztolni określić możemy dzieląc konieczny do przeprowadzenia przepływ wody, zależny od pojemności zbiorników, przez zdolność przepustową pojedynczego rurociągu, odczytaną z tabeli 4.

W przypadku zbiornika w odkrywce „Bełchatów” o pojemności 4 mln  $\text{m}^3$  konieczne byłyby 2 równoległe sztolnie o średnicy 6 m. Przy różnicy wysokości pomiędzy zbiornikami wynoszącej 220 m, moc elektrowni pompowej wynosiłaby 380 MW. Przy

tym samym spadzie wody, ze zbiornika o pojemności 6 mln m<sup>3</sup> uzyskać można 575 MW łącząc zbiorniki dwoma sztolniami o średnicy 7 m każda.

Tabela 4. Zdolność przepustowa sztolni i rurociągów w m<sup>3</sup>/s w zależności od ich średnicy i prędkości przepływu

Prędkość $v - \text{m/s}$	$\varnothing 2,5 \text{ m}$ $F = 4,90 \text{ m}^2$	$\varnothing 3,0 \text{ m}$ $F = 7,06 \text{ m}^2$	$\varnothing 3,5 \text{ m}$ $F = 9,62 \text{ m}^2$	$\varnothing 5,0 \text{ m}$ $F = 19,62 \text{ m}^2$	$\varnothing 7,0 \text{ m}$ $F = 38,46 \text{ m}^2$
3,0	14,7	21,2	28,9	58,9	115,4
4,0	19,6	28,2	38,5	78,5	153,8
5,0	24,5	35,3	48,1	98,1	192,3
6,0	29,4	42,4	57,7	117,7	230,8
8,0	39,2	56,5	77,0	157,0	307,7
10,0	49,0	70,6	96,2	196,2	384,6

### 3.2. ODKRYWKA „SZCZERCÓW”

Odkrywka „Szczerców” jest w chwili obecnej w trakcie budowy wkopu otwierającego. Pod koniec bieżącego roku rozpocznie się tu eksploatacja węgla brunatnego. W trakcie formowania jest zwałowisko zewnętrzne, które obecnie w części wschodniej sięga wysokości 270 m n.p.m. Jego projektowana wysokość wyniesie 300 do 310 m n.p.m. Co do przyszłych losów zwałowiska zewnętrznego „Szczercowa” analizowane są dwie koncepcje:

Koncepcja „Poltegor-Projekt” Wrocław zakłada reeksploatację zwałowiska zewnętrznego po wyeksploatowaniu węgla z odkrywki „Szczerców” i zmniejszenia nachylenia skarp odkrywki materiałem ze zwałowiska, przed procesem zatapiania wyrobiska górniczego.

Koncepcja AGH Kraków zakłada zatopienie wyrobiska bez istotnego naruszenia usypanego już zwałowiska zewnętrznego odkrywki „Szczerców”.

Nawet w przypadku reeksploatacji zwałowiska zewnętrznego, proces ten zostanie uruchomiony dopiero po wyeksploatowaniu węgla brunatnego na polu „Szczerców”, czyli po zakończeniu pracy elektrowni „Bełchatów”, a więc po 2048 r.

Upłynie jeszcze kilka lat do momentu wyeksploatowania węgla brunatnego w wkopie otwierającym, kiedy front robót górniczych przesunie się na odległość umożliwiającą ulokowanie w dnie odkrywki dolnego zbiornika elektrowni szczytowo-pompowej na wysokości +10 do 0 m n.p.m. Jest więc jeszcze czas na zaprojektowanie, wykonanie i amortyzację elektrowni szczytowo-pompowej. Różnica wysokości jest bardzo atrakcyjna, gdyż wynosi około 290 do 300 m. Niestety połączenie zbiorników górnego na zwałowisku zewnętrznym i dolnego w dnie wkopu otwierającego będzie trudne. Trasa rurociągów przecinać musi drogę Szczerców–Stróże i przełożone koryto rzeki Krasówki. Mogłoby to odbywać się albo mostem nad, albo przewiertem lub przekopem pod tymi przeszkodami. W tej sytuacji praktycznie jedynym sposobem

połączenia obu zbiorników byłyby rurociągi stalowe o średnicy maksymalnej 5,0 m. Przy założonej prędkości przepływu  $v = 6$  m/s dwa takie rurociągi przeprowadzić mogą przepływ  $Q = 230$  m<sup>3</sup>/s (każdy po 115 m<sup>3</sup>/s), co przy różnicy poziomów pomiędzy zbiornikami wynoszącej  $H = 290$  m pozwoliłoby uzyskać moc elektrowni  $P = 500$  MW (pompo-turbiny  $2 \times 250$  MW), rys. 4.

Czynna pojemność dolnego i górnego zbiornika powinna wynosić minimum 4 mln m<sup>3</sup>. Dolny zbiornik usytuowany na dnie wkopu otwierającego, po wyeksploatowaniu węgla, mógłby spełniać rolę gromadzenia i odprowadzenia wody z systemu odwodnienia powierzchniowego odkrywki. Duża objętość obu zbiorników pozwoliłaby zapewne na sedimentację frakcji pylastych i rezygnację z budowy osadników wód brudnych usytuowanych poza odkrywką „Szczerców”.

#### 4. OBJĘTOŚCI PRAC ZIEMNYCH I DŁUGOŚĆ RUROCIĄGÓW

Założono, że nasypy górnych zbiorników będą jednakowej wysokości wynoszącej 20 m. Będą one miały od strony wewnętrznej jednakowy spadek 1:3, z izolacją w formie folii lub geomembrany, a ich powierzchnia umocniona będzie płytami betonowymi. Od strony zewnętrznej w połowie wysokości nasypu przewidziano półkę o szerokości 4 m, i spadki skarp o nachyleniu 1:2,5. Szerokość korony wału wyniesie 6,0 m, a przekrój poprzeczny nasypu 1260 m<sup>2</sup>.

Na zwałowisku wewnętrznym odkrywki „Bełchatów” przewiduje się zbiornik  $V = 6$  mln m<sup>3</sup>, o wymiarach obwałowania  $600 \times 600$  m o łącznej długości obwałowania 2400 m. Objętość mas ziemnych potrzebnych do usypania nasypów wyniesie  $2400 \times 1260 = 3\,024\,000$  m<sup>3</sup>.

Na zwałowisku zewnętrznym odkrywki „Szczerców” zbiornik górny mógłby mieć 4 mln m<sup>3</sup> objętości i wymiary  $400 \times 400$  m, o obwodzie nasypów 1600 m. Ich objętość będzie wynosić  $2\,016\,000$  m<sup>3</sup>.

Założono, że zbiorniki dolne w głównej części zostaną zagłębione w warstwy podwęglowe, po wyeksploatowaniu złoża. Częściowo mogą być otoczone nasypami, ale w taki sposób aby umożliwić dopływ wód ze spływów po opadach i z kanałów odwadniających dno odkrywki. Obliczenie mas ziemnych będzie możliwe dopiero w szczegółowych projektach. W ogólnym założeniu można przyjąć, że objętość mas ziemnych będzie podobna do proponowanych pojemności dolnych zbiorników – w odkrywce „Bełchatów” 6 mln m<sup>3</sup>, a w odkrywce „Szczerców” 4 mln m<sup>3</sup>.

Analizując położenie elektrowni szczytowo-pompowej w odkrywce „Bełchatów” założono, że w wariantach A i B pochylenie skarp zwałowiska wewnętrznego wyniesie średnio 1:6, co przy różnicy wysokości pomiędzy dnem dolnego i górnego zbiornika wynoszącej 240 m daje odległość 1440 m. Do tej odległości dodać należy półki bezpieczeństwa na górze i na dole po 50 m + szerokość podstawy nasypu obwałowania górnego zbiornika 120 m, co razem wynosi 1660 m. Taka byłaby długość 2 pozio-

mych sztolni w wariancie A (Rys. 3a). Do tego dochodzi długość 3 (lub 4) szybów po 240 m każdy.

W wariancie B (rys. 3b) długość sztolni ułożonych w wykopie na zachodnim stoku zwałowiska wewnętrznego wyniesie 1530 m + około 150 m kanału dopływowego do sztolni.

W przypadku wyboru lokalizacji elektrowni szczytowo-pompowej na zwałowisku zewnętrznym i w wyrobisku odkrywki „Szczerców” długość każdego z 2 rurociągów doprowadzających wodę do dolnego zbiornika i budynku elektrowni osiągnęłyby od 2200 do 2400 m w zależności od sposobu ich poprowadzenia.

## 5. WNIOSKI

W artykule omówiono możliwości ulokowania w odkrywkach „Bełchatów” i „Szczerców” wodnych elektrowni szczytowo-pompowych. Po dokonaniu analizy możliwości takich lokalizacji nasuwają się następujące wnioski:

1. Różnice wysokości pomiędzy dnem odkrywek a zwałowiskiem wewnętrznym w odkrywce Bełchatów wynoszą około 220 m, a między dnem wyrobiska w odkrywce Szczerców i zwałowiskiem zewnętrznym około 290 m. Będą się one utrzymywały przez cały okres istnienia odkrywek i elektrowni. Warto przeanalizować te duże różnice wysokości dla potrzeb budowy elektrowni szczytowo-pompowej.
2. W obydwu odkrywkach i na obu zwałowiskach istnieją warunki do ulokowania dolnych i górnych zbiorników wody o pojemności od 4 do 6 mln m<sup>3</sup>, a nawet większej, w takich miejscach, aby nie przeszkadzały one w pracach górniczych. Zbiorniki takie mogą być utworzone w ramach normalnej eksploatacji mas nadkładu i złoża, przy użyciu posiadanych maszyn górniczych.
3. Zbiornik górny spełniałby rolę akumulatora energii potencjalnej wody. Jego opróżnienie w ciągu około 5 godzin szczytu zapotrzebowania mocy lub w przypadku awarii, umożliwiłoby uzyskanie około 500 MW mocy dodatkowej i około 2500 MWh energii elektrycznej, w przypadku każdej z proponowanych lokalizacji hydroelektrowni (w odkrywce w „Bełchatów” lub „Szczerców”).
4. Z zestawu bardzo dużych kosztów inwestycyjnych elektrowni szczytowo-pompowej, przy jej lokalizacji w jednej z odkrywek skreślić można najistotniejszą ich część, jakimi są koszty prac ziemnych. Byłyby one wykonane „przy okazji” prac górniczych. Do kosztów inwestycji zaliczyć należy budowę hydroelektrowni wraz z pompoturbinami, budowę szybów, sztolni lub rurociągów ciśnieniowych, urządzeń spustowych wody oraz uszczelnień zbiorników i kanałów. Sądzę, że jest to około połowy kosztów klasycznej elektrowni szczytowo-pompowej i zdążyłyby się jeszcze zamortyzować.



5. W artykule przedstawiłem pomysł funkcjonowania i wstępne obliczenia elektrowni szczytowo-pompowej w najbliższym sąsiedztwie największej polskiej elektrowni ciepłej. Energia uzyskiwana z takich elektrowni jest około 30% droższa niż z elektrowni ciepłych. Zapewnia jednak spokojną pracę elektrowni ciepłych w okresach największego zapotrzebowania mocy. Sądzę, że przedstawiony pomysł wart jest bardziej fachowej analizy pod kątem hydrotechnicznym, energetycznym i ekonomicznym.

#### LITERATURA I MATERIAŁY DO OBLICZEŃ

- [1] LAUDYN D., PAWLIK M., STRZELCZYK F., *Elektrownie*, Wyd. Nauk.-Techn., Warszawa 1995.
- [2] MIKULSKI Z., *Gospodarka wodna*, Wyd. PWN, Warszawa 1998.
- [3] KWB Bełchatów, *Materiały kartograficzne O/Bełchatów i O/Szczerców*.
- [4] Agencja Rozwoju Energetyki S.A., *strony internetowe*.
- [5] Elektrownie Żarnowiec, Żydowo, Porąbka-Żar, *strony internetowe*.

#### ANALYSIS OF TECHNICAL POSSIBILITY OF PUMPED STORAGE PLANT CONSTRUCTION IN "BEŁCHATÓW" LIGNITE OPEN-CAST MINE

In this paper initial technical assumption data and calculations of pumped storage plant localization in "Bełchatów" lignite open-cast mine were presented. Possibilities of localization of water basins on outside dump and in the bottom of Bełchatów open-cast as well as on outside dump and in the bottom of Szczerców open-cast were considered. Technical possibilities of obtaining about 500 MW of energy during five hours of maximum power consumption once a day in both of these localization were ascertained. Extending of analysis of this conception is necessary.

