

SZACOWANIE ILOŚCI METANU WYTWORZONEGO I ZAKUMULOWANEGO W NISKO UWĘGLONYCH POKŁADACH WĘGLA NA PRZYKŁADZIE ZŁOŻA OŚWIĘCIM-POLANKA (GÓRNOŚLĄSKIE ZAGŁĘBIE WĘGLOWE)

ESTIMATION OF A QUANTITY OF GENERATED AND ACCUMULATED METHANE IN LOW RANK COAL SEAMS IN EXAMPLE OF OŚWIĘCIM-POLANKA DEPOSIT (THE UPPER SILESIA COAL BASIN)

Sławomir Kędzior - Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Sosnowiec

W artykule dokonano próby skalkulowania ilości metanu wytworzonego w nisko uwęglonych pokładach węgla złoża Oświęcim-Polanka na podstawie ubytku części lotnych oraz ilości metanu zakumulowanego w tym złożu stosując metodykę obliczania zasobów metanu praktykowaną w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (metoda objętościowa). Do tej pory nie obliczono zasobów metanu jako kopaliny towarzyszącej dla omawianego złoża z powodu niewielkich wartości metanonośności pokładów węgla, dlatego jest to pierwsza tego typu kalkulacja. W wyniku dokonania obliczeń i porównania wartości okazało się, że w omawianym złożu zostało zakumulowane ok. 11% metanu wytworzonego. Przeanalizowano także pojemność gazową pokładów węgla na podstawie izotermy sorpcji opracowanej dla sąsiedniego obszaru kopalni Brzeszcze. Pojemność gazowa jest o ok. połowę mniejsza od ilości metanu wytworzonego, co oznacza, że znaczna ilość metanu musiała opuścić macierzyste węgle i przemieścić się w inne partie złoża lub do atmosfery. Wykazano również znaczne niedosycenie pokładów metanem na poziomie 50-80%. Procesy te rzutują na współczesny rozkład metanonośności pokładów węgla w badanym obszarze i obecność rozległej odgazowanej strefy naturalnej desorpcji do głębokości ok. 500 m od stropu karbonu, co ma duże znaczenie zarówno dla planów wydobywania węgla w tym rejonie (w warunkach niemetanowych), jak i dla poszukiwania metanu jako alternatywnej dla węgla kopaliny.

Słowa kluczowe: metan, metanonośność, stopień uwęglenia, Oświęcim-Polanka, Górnośląskie Zagłębie Węglowe

The paper presents an attempt of calculation of a quantity of generated methane in low rank coal within Oświęcim-Polanka deposit based on the volatiles loss and also a quantity of accumulated methane in this deposit applying the method of calculation of coalbed methane resources practiced in the Upper Silesian Coal Basin (volumetric method). The coalbed methane resources as an accompanying commodity have not been calculated so far for this area because of too low values of methane content, thus it is a first calculation. The results of these calculations reveal that only 11% of generated methane was accumulated in investigated deposit. The sorption capacity of coals was analyzed based on the sorption isotherm created for the neighbouring area of Brzeszcze mine. This analyze shows that sorption capacity of examined coals is half the quantity of generated methane, what means, that much amounts of methane had to leave the matrix coals and moved to other parts of the deposit or into the atmosphere. It also showed, that coal seams are much undersaturated with methane on a level of 50-80%. These processes influence the nowadays distribution of coalbed methane in the investigated area and also the presence of natural, vast degassed zone reaching the depth of about 500 m beneath the top of Carboniferous strata, what is quite important for the plans of future coal exploitation (in outgassed conditions) and also for the exploration of coalbed methane as an alternative commodity for a coal.

Keywords: methane, methane content, coal rank, Oświęcim-Polanka, the Upper Silesian Coal Basin

Wprowadzenie

Wschodnia część Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) charakteryzuje się mniejszą ilością metanu zakumulowanego w pokładach węgla w stosunku do części południowej i zachodniej. Działające tu kopalnie węgla należą do niemetanowych (np. KWK Jaworzno, Janina, czy Piast) lub słabo metanowych (I kategoria zagrożenia, np. KWK Kazimierz-

-Juliusz). Występujący w tym rejonie węgiel należy do typu energetycznego, słabiej uwęglonego w porównaniu z pozostałymi częściami zagłębia. Sytuacja ta zmienia się w kierunku południowym, w którym ilość metanu w pokładach zwiększa się, by osiągnąć wysoki poziom w kopalniach Brzeszcze, czy Silesia (IV kategoria zagrożenia metanowego), podobnie jak stopień uwęglania, również wykazujący tendencję wzrostową w tym kierunku.

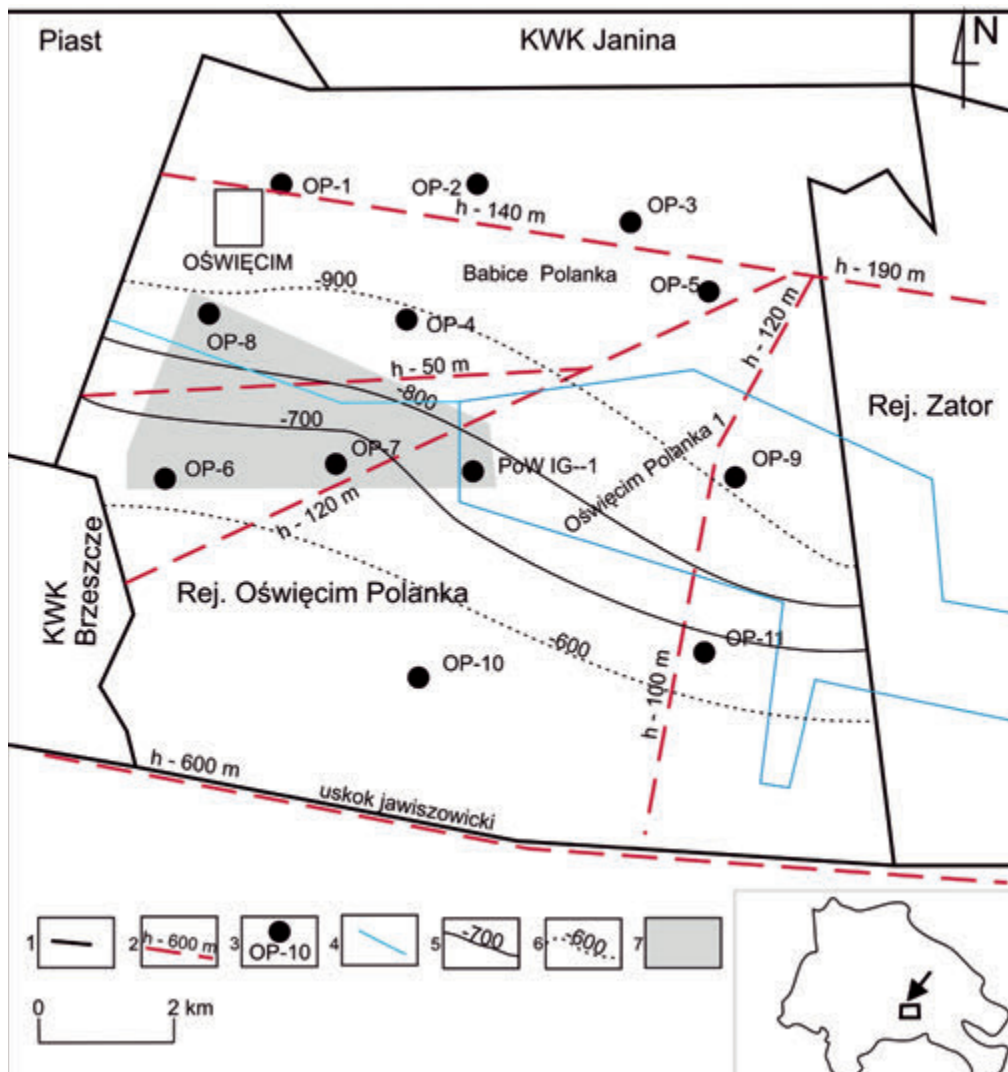
Niezagospodarowane złożo węgla kamiennego Oświęcim-Polanka znajduje się w południowo-wschodniej części GZW (pomiędzy miastami Oświęcim na północnym zachodzie i Zator na wschodzie) i przylega od wschodu do eksploatowanego silnie metanowego złoża KWK Brzeszcze, a od południa do niemietanowej kopalni Janina (rys. 1). Omawiane złożo, według dotychczasowego stanu rozpoznania, jest słabo metanowe, jednak w niektórych otworach notowano wysoką metanonośność pokładów (odpowiadającą III i IV kategorii zagrożenie metanowego) w głębszych partiach złoża.

Na uwagę zasługuje fakt posiadania koncesji na poszukiwanie i rozpoznanie metanu pokładów węgla przez spółkę Green Energy Polska w obszarze Babice-Polanka bezpośrednio przylegającym do obszaru omawianego złoża od północnego wschodu i częściowo pokrywającym się z tym obszarem oraz na poszukiwanie i rozpoznanie węgla kamiennego przez firmę KOPEX-EX-Coal (obszar Oświęcim-Polanka 1) we wschodniej części badanego złoża oraz na wschód od niego [1].

Metan występujący w pokładach węgla kamiennego powstaje przede wszystkim w substancji węglowej jako jeden z

produktów procesu uwęglania [6, 7, 11], zatem ilość wytworzonego metanu powinna być uzależniona od aktualnego stopnia uwęglania pokładów węglowych (zawartości części lotnych – V^{daf} , czy refleksyjności witrynu R_p). Na podstawie ubytku V^{daf} oraz analizy Rock-Eval oszacowano ilość metanu wytworzonego w całym GZW na 84 bln m^3 , z czego na pokłady węgla przypada 48 bln m^3 [12, 15]. W pokładach węgla GZW zostało zakumulowane według Państwowego Instytutu Geologicznego ok. 0,365 bln m^3 metanu [14], a więc dużo mniej. Podobne proporcje istnieją także w przypadku silnie metanonośnego złoża węgla Pawłowice [6].

Celem niniejszej pracy jest próba oszacowania ilości metanu wytworzonego i porównania jej z ilością faktycznie nagromadzonego gazu w nisko uwęglonych pokładach złoża Oświęcim-Polanka. Istnieje bowiem przesłanka, że także w przypadku pokładów o niskim stopniu uwęglania mogło dochodzić do powstawiania znacznych ilości metanu i jego częściowego zachowania w tych złożach, o czym świadczą fragmentarycznie stwierdzone rejonu o znacznej ilości metanu w omawianym złożu. Jest to pierwszy szacunek ilości metanu



Rys. 1. Położenie stropu pokładów metanowych ($M > 4,5 \text{ m}^3/\text{t cs w}$) w obszarze Oświęcim-Polanka.

1 – granica obszaru Oświęcim-Polanka, 2 – uskoc, 3 – otwór wiertniczy, 4 – granice obszarów koncesyjnych spółek KOPEX-EX-Coal (węgiel kamienny) i Green Energy Polska (metan), 5 – izohipsa położenia stropu pokładów metanowych (m npm), 6 – przypuszczalny przebieg izohipsy położenia stropu pokładów metanowych (m npm), 7 – obszar, w którym dokonano obliczenia ilości metanu wytworzonego i zakumulowanego

Fig. 1. Layout of the top of methane bearing coal seams ($M > 4,5 \text{ m}^3/\text{t coal daf}$) within Oświęcim-Polanka area.

1 – the boundary of Oświęcim-Polanka area, 2 – fault, 3 – bore-hole, 4 – boundaries of concession areas of companies: KOPEX-EX Coal (bituminous coal) and Green Energy Poland (coal-bed methane), 5 – line of the top of methane-bearing coal seams (m above sea level), 6 – expected line of the top of methane-bearing coal seams (m above sea level), 7 – the area with calculated quantity of generated and accumulated methane

zakumulowanego w złożu Oświęcim-Polanka według przyjętej metodyki obliczania zasobów tego gazu w GZW.

Charakterystyka geologiczna obszaru badań

Obszar badań stanowi niezagospodarowane złożo węgla kamiennego Oświęcim-Polanka w granicach z 2005 r. [3]. W tym ujęciu złożo zlokalizowane jest w południowo-wschodniej części GZW na obrzeżu południowego skrzydła niecki głównej. Od zachodu graniczy z KWK Brzeszcze, od północy z KWK Janina, od wschodu z rejonem Spytkowice-Zator, a południową granicę obszaru stanowi uskok jawiszowicki (rys. 1). Złożo jest rozpoznane otworowo w kategorii C₂. Informacja geologiczna dotycząca występowania pokładów węgla wraz z analizami chemicznymi i badaniami gazonośności pokładów pochodzi z 12 otworów wiertniczych (Oświęcim-Polanka 1-11 oraz Poręba Wielka IG-1). Jak już wspomniano, w obrębie złoża od kilku lat ustanowiony jest obszar koncesyjny na poszukiwanie i rozpoznanie węgla należący do spółki KOPEX-EX-Coal, która w przyszłości zamierza rozpocząć budowę kopalni węgla kamiennego w Przeciszowie k. Oświęcimia. Atutem planowanej eksploatacji są płytko położone (od 300 m) pokłady węgla dobrej jakości.

W budowie geologicznej złoża do głębokości rozpoznania biorą udział utwory karbonu górnego, stanowiące właściwą serię złożową, w obrębie których można wyróżnić idąc od dołu serię paraliczną (warstwy brzeżne) z charakterystycznymi poziomami z fauną morską i nielicznymi pokładami węgla, górnosląską serię piaskowcową (warstwy rudzkie) o niewielkiej miąższości rzędu 30 m, w której piaskowce przeważają nad iłowcami i mułowcami i z występującymi kilkoma miąższymi pokładami węgla, serię mułowcową (warstwy załęskie i orzeskie) o średniej miąższości ok. 330 m i znacznej przewadze iłowców i mułowców nad piaskowcami i wyraźnie zaznaczającym się poziomem tufitowym w spągu pokładu 328 oraz licznymi, ale nieregularnymi pokładami węgla, a także krakowską serię piaskowcową (warstwy łązkie i libiąskie) zbudowaną z piaskowców różnoziarnistych, zlepieńcowatych, stanowiących ponad 80% profilu tej serii, poza tym z iłowców i mułowców oraz pokładów węgla, przeciętna miąższość tej serii wynosi ok. 350 m. Charakterystyczną cechą utworów karbońskich są znaczne redukcje miąższości poszczególnych ogniw oraz brak warstw siódłowych górnosląskiej serii piaskowcowej w tym rejonie. Seria złożowa przykryta jest w całości nadkładem mioceńskim o miąższości od kilkunastu do kilkuset metrów, który stanowią głównie szarozielone iły i iłolupki, rzadko piaski i piaskowce, a także wkładki węgla brunatnego [17] oraz nadkładem czwartorzędowym wykształconym w postaci piasków różnoziarnistych, a także glin i iłów akumulacji lodowcowo-rzecznej.

Tektonika złoża jest uskokowa i według dotychczasowego rozpoznania [17] wyróżniono trzy systemy uskoku (południkowy, równoleżnikowy oraz ukośny) o zrzutach od kilkudziesięciu do kilkuset metrów oraz wykazano zapadanie warstw łagodnie ku północy pod kątem 4-10°. Największą dyslokacją jest uskok jawiszowicki o charakterze regionalnym i zrzucie kilkaset metrów na południe, ograniczający badany obszar od południa.

Występujący w złożu węgiel kamienny reprezentuje typy technologiczne 31.1, 31.2, 32.1 oraz 32.2 – węgiel energetyczny. Węgiel gazowy i gazowo-koksowy (typy 33 i 34) stwierdzono w pokładach warstw brzeżnych kilkadziesiąt metrów od najni-

żej udokumentowanego pokładu węgla [17]. Stwierdzono też występowanie węgla typu 33 wśród pokładów reprezentujących typ 32, co tłumaczone jest prawdopodobnym zwiększeniem ciśnienia górotworu w czasie ruchów tektonicznych. Średnia zawartość popiołu w pokładach wynosi 19,5%, siarki 0,98% a przeciętna wartość kaloryczna 23 424 kJ/kg [17].

Złożo jest naturalnie odgazowane do głębokości ok. 500 m od stropu utworów karbońskich, następnie ilość metanu w pokładach wzrasta do 8-10 m³/t csw na głębokości ok. 1000-1200 m. Generalnie ilość metanu w złożu rośnie w kierunku zachodnim i południowym (w kierunku dyslokacji jawiszowickiej).

Metodyka

Opracowanie bazuje na danych archiwalnych metanośności pokładów węgla oraz zawartości części lotnych (V^{daf}) zestawionych w dokumentacji geologicznej złoża [17]. Dane te zostały pozyskane z analiz rdzeni węglowych pochodzących wierceń Oświęcim-Polanka 1-11 oraz Poręba-Wielka IG-1 wykonanych w latach 1983-1985 w celu udokumentowania złoża w kategorii C₂. Z uwagi na niewielką ilość metanu na przeważającym obszarze występowania złoża (poniżej zalecanych kryteriów bilansowości) nie obliczono zasobów metanu jako kopaliny towarzyszącej w czasie dokumentowania tego złoża. W celu oszacowania ilości metanu zakumulowanego na potrzeby niniejszego opracowania skorzystano ze wzoru:

$$Q = Q_w * (M_{sr} - M_r) * W_n \quad (m^3) \quad (1)$$

gdzie: Q – ilość metanu (m³), Q_w – całkowita masa pokładów węgla w obrębie bloku obliczeniowego przeliczona na czystą substancję węglową (csw) (t), M_{sr} – średnia metanośność pokładów węgla w bloku obliczeniowym (m³/t csw), M_r – metanośność reszkowa (m³/t csw), W_n – współczynnik przeliczeniowy na warunki normalne (0,9017).

Ilość metanu zakumulowanego obliczono jedynie w zachodniej części złoża, wyznaczonej przez otwory Oświęcim-Polanka 6-8 oraz Poręba Wielka IG-1, w których zanotowano największą metanośność pokładów, odpowiadającą wartościom bilansowym (średnia metanośność powyżej metanośności reszkowej oraz minimalna metanośność wyznaczająca kontur złoża powyżej 4,5 m³/t csw). Obszar o powierzchni 8,75 km², w którym dokonano obliczeń podzielono na trzy bloki obliczeniowe oddzielone od siebie strefami uskoku i w każdym z nich ilość metanu obliczono oddzielnie i następnie zsumowano (tab. 1).

Uzyskaną ilość metanu zakumulowanego, mieszczącą się w interwale głębokościowym od -600 do -1040 m npm, porównano z oszacowaną ilością metanu wytworzonego na podstawie metody zaproponowanej przez Kowalskiego i in. [15] (tab. 2). Metoda ta opiera się na założeniu, że ilość metanu wytwarzanego w czasie procesu uwęglania jest proporcjonalna do ubytku zawartości części lotnych (V^{daf}), przy czym za początek wytwarzania metanu termogenicznego przyjęto V^{daf} na poziomie 40% (umowna granica pomiędzy etapem węgla brunatnego i kamiennego) [6]. W związku z powyższym ilość metanu wytworzonego obliczono ze wzoru:

$$Q_{mw} = Q_w * M_{jedn} \quad (2)$$

gdzie: Q_{mw} – ilość metanu wytworzonego (m^3), Q_w – całkowita masa węgla w stanie suchym i bezpopiołowym (t),
 M_{jedn} – jednostkowa ilość metanu wytworzonego w jednej tonie czystej substancji węglowej oszacowana na podstawie ubytku części lotnych (m^3).

Ponadto na podstawie opracowanych map i wykresów przeanalizowano zmienność przestrzenną ilości metanu w złożu w odniesieniu do zmian stopnia uwęglenia pokładów oraz pozostałych czynników natury geologicznej.

stępujący w pokładach węgla, głównie w formie sorbowanej, nie obejmuje metanu wolnego w szczelinach pokładów węgla oraz skałach płonnych.

Tabela 2 zawiera oszacowaną ilość metanu wytworzonego na podstawie ubytku zawartości części lotnych. Wynika z niej, że w analizowanym obszarze wytworzyło się prawie 6 mld m^3 metanu. Zatem porównując obie wartości okazuje się, że w złożu zachowało się ok. 11% metanu wytworzonego. Oznacza to, że znaczna ilość (prawie 90%) metanu wytworzonego opuściła macierzyste pokłady węgla najprawdopodobniej wskutek odgazowania pokładów i migracji do innych partii złoża lub do atmosfery. Powyższe stwierdzenie można uznać za praw-

Tab. 1. Ilość metanu zakumulowanego w obszarze wyznaczonym przez otwory Oświęcim-Polanka 6-8 oraz Poręba Wielka IG-1 (rys. 1), csw – czysta substancja węglowa (po odliczeniu wilgoci i zapozielenia)

Tab. 1. Quantity of accumulated methane in the area mapped out by the bore-holes Oświęcim-Polanka 6 – 8 and Poręba Wielka (Fig. 1), csw – pure coal substance (dry ash free)

Masa węgla w bloku obliczeniowym I - III (t csw)	Średnia metanonośność (m^3/t csw)	Metanonośność resztkowa (m^3/t csw)	Średnia metanonośność desorbowaalna (m^3/t csw)	Współczynnik przeliczeniowy na warunki normalne	Ilość metanu zakumulowanego (mln m^3)
I 36 765 456	5,15	2,00	3,15	0,9017	104 393 795,37
II 65 852 556	8,38	2,00	6,38	0,9017	378 839 613,37
III 33 524 688	8,16	2,00	6,16	0,9017	186 211 939,14
Suma 136 142 700					669 445 347,88

Tab. 2. Ilość metanu wytworzonego w obszarze wyznaczonym przez otwory Oświęcim-Polanka 6-8 oraz Poręba Wielka IG-1 (rys. 1), V^{daf} – zawartość części lotnych w stanie suchym i bezpopiołowym

Tab. 2. The quantity of generated methane in the area mapped out by the bore-holes Oświęcim-Polanka 6 – 8 and Poręba Wielka (Fig. 1), V^{daf} – volatiles content in state of dry ash free

Nr bloku obliczeniowego	Masa pokładów węgla csw (t)	Początkowe V^{daf} (%)	Średnie V^{daf} (%)	Ubytek V^{daf} (%)	Jednostkowa ilość metanu (m^3/t csw)	Całkowita ilość metanu wytworzonego (m^3)
I	36 765 456	40	34	6	44,00	1 617 680 064
II	65 852 556	40	33	7	51,40	3 384 821 378
III	33 524 688	40	36	4	29,60	992 330 756
SUMA	136 142 700					5 994 832 198

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1 zaprezentowano szacunek ilości metanu zakumulowanego w bryle obliczeniowej o powierzchni 8,75 km^2 i grubości ponad 400 m usytuowanej w zachodniej części złoża (rys. 1). Ograniczenie szacunku jedynie do tego obszaru było spowodowane odpowiednią ilością metanu oraz zadowalającą informacją na temat jego występowania. Z obliczeń wynika, że w obrębie bryły obliczeniowej zostało zakumulowane ok. 670 mln m^3 metanu. Wartość ta uwzględnia jedynie metan wy-

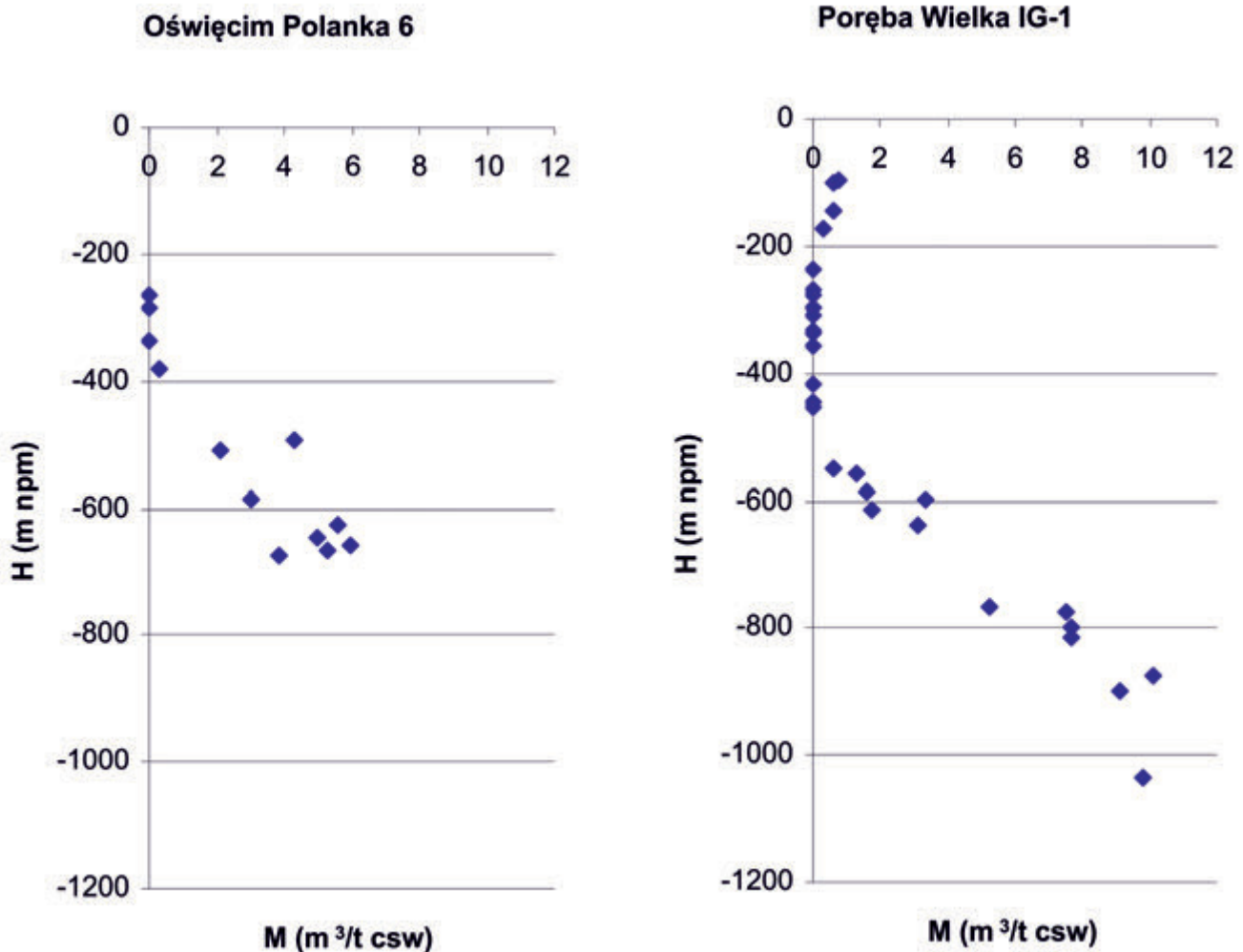
dziwe pod warunkiem, że zakumulowany gaz jest gazem autochtonicznym, tzn., że powstał w tych pokładach, w których występuje. Badania izotopowe gazów występujących w GZW przeprowadzone przez Kotarbę, [np. 9, 10, 12] wskazują na autochtoniczne pochodzenie gazów występujących poniżej głębokości ok. 1000 m (ok. -750 m npm), co wskazywałoby na to, że znaczna część gazów zakumulowanych w obszarze, w którym dokonano obliczenia, jest autochtoniczna, jednak nie można wykluczyć także i migracyjnego pochodzenia metanu.

Podobne obserwacje poczynione w złożu Pawłowice [6],

które charakteryzuje się znacznie większą gazonością i większym obszarem występowania metanu, wskazują na to, że na głębokości poniżej 1000 m, na której dominują gazy autochtoniczne, zachowało się jedynie 4% metanu wytworzonego. W miarę zmniejszającej się głębokości odsetek ten zwiększa się nawet do 30% na głębokości ok. 400-500 m, na której wzrasta udział gazów migracyjnych (dopływających z innych partii złoża). W tym kontekście o ilości zakumulowanego gazu powinna decydować nie tylko wielkość gazu wytworzonego w miejscu występowania, ale także ilość gazu dopływającego z innych obszarów złoża (górotworu), a na całkowitą ilość gazów, jaką jest w stanie pomieścić pokład wskazuje całkowita pojemność gazowa pokładu (zdolność sorpcyjna) wyznaczana na podstawie izoterm sorpcji. Jest nią krzywa obrazująca zależność pomiędzy ciśnieniem gazu na danej głębokości i odpowiadającą mu objętością zakumulowanego gazu w stałej temperaturze. Niestety, dotąd nie wykonano izoterm sorpcji dla badanego obszaru, dlatego też posłużono się izotermą z obszaru sąsiedniego – KWK Brzeszcze z pokładu 347 z głębokości ok. 750 m, na której temperatura górotworu wynosi ok. 28°C [4]. W takiej temperaturze i ciśnieniu odpowiadającemu podanej głębokości (ok. 7,5 MPa) węgiel z tego rejonu jest w stanie zaadsorbować w 1 tonie ok. 21-22 m³ metanu [2], a więc znacznie więcej, niż wynosi faktyczna metanoność w badanym obszarze na tej głębokości (ok. 1-4 m³/t csw w obszarze Oświęcim-Polanka i do kilkunastu w obszarze KWK Brzeszcze). Analizując wspomnianą izotermę, podobną ilość

metanu węgiel powinien zaadsorbować także na większej głębokości (>1000 m), na której maksymalną metanoność w badanym obszarze oznaczono na poziomie 9-11 m³/t csw. Jest zatem jasne, że badane pokłady cechuje znaczne niedosycenie metanem (na poziomie 50-80%), co jest zjawiskiem typowym dla GZW, [np. 5, 16]. Mnożąc całkowitą masę węgla w bloku obliczeniowym przez średnią pojemność sorpcyjną węgla równą 21,5 m³/t csw otrzymamy całkowitą pojemność gazową węgla, która dla analizowanego bloku wynosi 2,9 mld m³ metanu, a więc o ponad 50% mniej niż ilość metanu wytworzonego. Oznacza to, że ponad połowa wygenerowanego przez materię organiczną metanu musiała opuścić macierzyste węgle i przenieść się w inne partie złoża zdolne zaadsorbować migrujący gaz lub do atmosfery.

W związku z powyższym można oczekiwać, że współczesna ilość metanu w złożu oraz jej rozkład przestrzenny są wynikiem procesów migracyjnych gazów zachodzących w przeszłości geologicznej. Jak ustalono dotychczas [np. 7, 11, 13, 16] przyczyną migracji była długotrwała erozja zagłębia trwająca co najmniej od triasu do miocenu, w wyniku której gazy autochtoniczne wytworzone z substancji organicznej występującej w strefie naturalnej desorpcji w większości przedostały się do atmosfery [13]. Obserwując rozkład metanoności w obszarze Oświęcim-Polanka (rys. 2) widoczna jest znacznych rozmiarów strefa odgazowana naturalnej desorpcji sięgająca ok. 500 m od stropu utworów karbońskich. Poniżej tej głębokości metanoność pokładów dość szybko rośnie (rys. 2). Oznaczać to może, że



Rys. 2. Rozkład pionowy metanoności M w wybranych otworach wiertniczych zlokalizowanych w bloku obliczeniowym
Fig. 2. Vertical distribution of methane content M in selected bore-holes located in the area with calculated quantity of methane

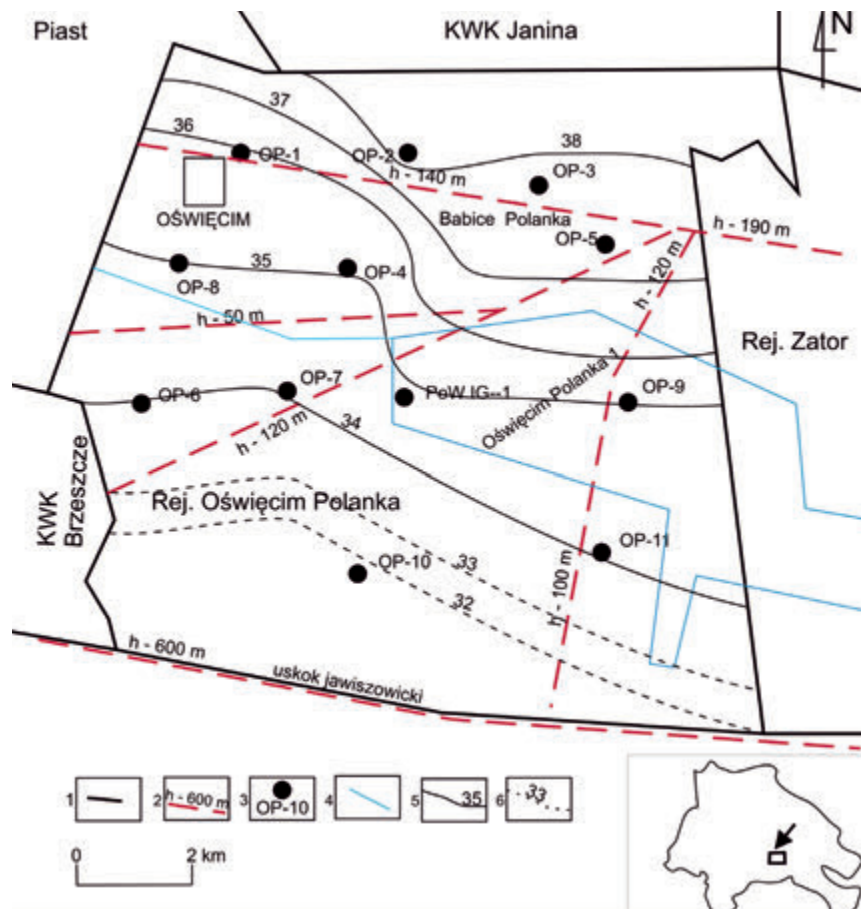
większych wartości metanonośności ($>10-12 \text{ m}^3/\text{t csw}$) można się spodziewać poniżej głębokości 1200 m, na której większe ciśnienie górotworu oraz uszczelnienie pokładów słabo przepuszczalnymi utworami piaskowcowymi i iłowcowo-mułowcowymi serii paralicznej, górnośląskiej piaskowcowej oraz mułowcowej może przyczynić się do zatrzymania w pokładach większej ilości

gazu. Tymczasem do głębokości 500-600 m, do której dominują porowate i przepuszczalne piaskowce łaziskie krakowskiej serii piaskowcowej, górotwór jest praktycznie odgazowany. Zarówno obecność tych piaskowców, jak i stwierdzona w sąsiedniej kopalni Janina dosyć wysoka przepuszczalność pokładów węgla warstw łaziskich (144 mD w kierunku równoległym i 97 mD

Tab. 3. Zestawienie metanonośności i zawartości części lotnych w otworach wiertniczych, min – wartość minimalna, maks – wartość maksymalna, średnia – średnia arytmetyczna, S – odchylenie standardowe

Tab. 3. Methane content and volatiles in bore-holes, min – minimum value, maks – maximum value, średnia – average value, S – standard deviation

otwór	metanonośność ($\text{m}^3/\text{t csw}$)				części lotne (V^{daf}) (%)			
	min	maks	średnia	S	min	maks	średnia	S
Oświęcim - Polanka 1	0,002	1,72	0,21	0,50	29,45	39,76	34,52	2,87
Oświęcim - Polanka 2	0,002	2,11	0,40	0,68	34,98	43,01	37,72	2,15
Oświęcim - Polanka 3	0,004	2,23	0,80	0,95	31,39	36,05	33,25	1,68
Oświęcim - Polanka 4	0,001	3,07	0,60	0,99	33,60	39,11	35,32	1,40
Oświęcim - Polanka 5	0,002	2,67	0,71	0,84	32,90	39,12	35,62	1,43
Oświęcim - Polanka 6	0,002	5,99	2,96	2,38	31,77	36,11	34,25	1,20
Oświęcim - Polanka 7	0,001	6,13	0,91	1,88	30,99	35,63	33,47	1,70
Oświęcim - Polanka 8	0,001	11,70	3,55	4,16	29,82	39,11	35,11	2,45
Oświęcim - Polanka 9	0,001	3,31	0,69	1,04	27,54	39,03	34,04	3,10
Oświęcim - Polanka 10	0,045	1,91	0,85	0,65	31,60	36,99	34,12	2,01
Oświęcim - Polanka 11	0,001	3,73	0,62	1,12	31,58	38,91	34,81	2,20
Poręba Wielka IG-1	0,002	10,11	2,45	3,47	28,26	38,85	35,37	2,31



Rys. 3. Zawartość części lotnych (V^{daf}) na głębokości -500 m n.p.m. 1 – granica obszaru Oświęcim-Polanka, 2 – uskoc, 3 – otwór wiertniczy, 4 – granice obszarów koncesyjnych spółek KOPEX-EX Coal (węgiel kamienny) i Green Energy Polska (metan), 5 – izarytma V^{daf} (%), 6 – przypuszczalny przebieg izarytmy V^{daf} (%)

Fig. 3. Volatiles content (V^{daf}) at depth of -500 m above sea level. 1 – the boundary of Oświęcim-Polanka area, 2 – fault, 3 – bore-hole, 4 – boundaries of concession areas of companies: KOPEX-EX Coal (bituminous coal) and Green Energy Poland (coal-bed methane), 5 – line of V^{daf} (%), 6 – expected line of V^{daf} (%)

w kierunku prostopadłym do uwarstwienia) [8], z pewnością ułatwiła naturalne odgazowanie występujących tu pokładów węgla. Występujący nadkład mioceński nie zdołał zatrzymać tego procesu, przez co nie obserwuje się w badanym złożu podwyższonej ilości metanu bezpośrednio pod nadkładem.

Analizując szkic położenia stropu pokładów metanowych (rys. 1) widoczny jest wzrost metanonośności w kierunku uskoku jawiszowickiego (na południe). Niestety brak otworów z badaniami metanonośności w pobliżu tego uskoku nie pozwala na stuprocentowe stwierdzenie najwyższej metanonośności w tym rejonie złoża, jednak przez analogię do sąsiedniej kopalni Brzeszcze można stwierdzić, że uskok ten stanowi drogę migracji dla metanu i przyczynia się do nasycania pokładów w jego sąsiedztwie. Może to tłumaczyć obserwowany rozkład poziomy ilości metanu w badanym obszarze.

Zaprezentowane w tabeli 3 dane dotyczące metanonośności i V^{daf} nie potwierdzają zależności pomiędzy tymi parametrami, jednak analiza szkiców na rysunku 1 i 3, wykazuje, że kierunek podnoszenia się stropu pokładów metanowych pokrywa się z kierunkiem spadku V^{daf} , czyli wzrostu stopnia uwęglenia. Oznaczać to może, że istniejąca pierwotnie zależność pomiędzy tymi wielkościami została w dużym stopniu zatarta przez ingerencję czynników takich jak np. litologia i tektonika, podobnie jak i w innych obszarach GZW [np. 6, 7].

W razie wszczęcia eksploatacji węgla w badanym obszarze, przyszłe wydobywanie będzie przebiegało w warunkach niemietanowych z uwagi na niewielką głębokość prowadzonych robót (w strefie naturalnie odgazowanej), większych ilości metanu należy się spodziewać na głębokości >500 m, a więc poniżej planowanych poziomów wydobywczych.

Poszukiwania metanu pokładów węgla z przeznaczeniem do wydobywania będą musiały być prowadzone na znacznej głębokości (>600 m od stropu karbonu), na której można się spodziewać geologicznych (bilansowych) zasobów metanu. Jednak dotychczasowe doświadczenia w postaci próbnych testów pozyskania metanu w GZW pokazują, że wydobywanie gazu z tej głębokości może być ekonomicznie nieopłacalne biorąc pod uwagę metan jako kopalinę główną, tzn. wydobywaną samodzielnie bez udziału węgla lub niezależnie od niego.

Podsumowanie

Szacunek ilości metanu wytworzonego (ok. 6 mld m^3) oraz współcześnie zakumulowanego w obrębie złoża węgla Oświęcim-Polanka (ok. 670 mln m^3) wykazał, że obecnie występujący metan w złożu stanowi ok. 11% metanu wytworzonego. Pojemność sorpcyjna węgla w obszarze złoża wynosząca ok. 2,9 mld m^3 metanu wskazuje na to, że pokłady węgla nie były w stanie pomieścić wytworzonego metanu, zatem znaczna ilość tego gazu musiała opuścić macierzyste pokłady węgla i migrować w inne partie złoża lub do atmosfery.

Współczesny rozkład przestrzenny metanonośności w badanym obszarze jest wynikiem migracji metanu spowodowanej erozją kompleksu karbońskiego w przeszłości geologicznej (w mezozoiku i paleogenie). Efektem tych procesów jest obserwowana dzisiaj ok. 500 metrowa strefa odgazowana oraz strefa słabo metanonośna i okresowo wysoko metanonośna na większej głębokości. Rozkład ten jest typowy także dla północnej i centralnej części GZW, w której występowanie nadkładu mioceńskiego nie zapobiegło ucieczce metanu do atmosfery lub nadkład taki nie występuje.

Pokłady węgla w złożu należą do nisko uwęglonych i nie obserwuje się ścisłej zależności pomiędzy stopniem uwęglenia pokładów i ich metanonośnością. Przeciętnie metanonośność złoża nie jest wysoka (ok. 0,1-1 m^3/t csw), jednak zdarzają się obszary o podwyższonej ilości metanu ($>8 m^3/t$ csw) na głębokości poniżej 500 m od stropu karbonu. Może to wskazywać zarówno na pewien potencjał nisko uwęglonych pokładów węgla dla wytwarzania metanu termogenicznego, jaki i na adsorpcję metanu migracyjnego pochodzącego z innych partii złoża. Tak ukształtowany rozkład metanonośności złoża, głównie dzięki czynnikowi litologicznemu (obecności porowatych piaskowców łaziskich) i tektonicznemu (dyslokacja jawiszowicka), może mieć znaczenie dla przyszłej, płytkiej eksploatacji węgla (warunki niemietanowe) oraz poszukiwania metanu jako kopaliny (znaczna głębokość eksploracji).

Badania do niniejszej publikacji sfinansowano z grantu Narodowego Centrum Nauki (nr 2013/11/B/ST10/00253)

Literatura

- [1] Bońda R., Siekiera D., *Mapa koncesji na poszukiwanie, rozpoznawanie i wydobywanie złóż węgla kamiennego i metanu pokładów węgla na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego według stanu na dzień 28.02.2015 r.* Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, 2015 (<http://geoportal.pgi.gov.pl/>)
- [2] Hołda J., Nodzeński A., Chudzik W., *Sorpcja metanu na węglach kamiennych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w zależności od ciśnienia i temperatury.* W: Opracowanie modeli oraz bilansu generowania i akumulacji gazów w serii węglonośnej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Red: R. Ney, M. Kotarba, Centrum PPGSMiE PAN, 1995, Kraków, s. 159–167
- [3] Jureczka J., Dopita M., Gałka M., Krieger W., Kwarciański J., Martinec P., *Atlas geologiczno-złożowy polskiej i czeskiej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.* Państwowy Instytut Geologiczny, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, 2005
- [4] Karwasiecka M., *Atlas geotermiczny Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.* Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 1996

- [5] Kędzior S., *Accumulation of coalbed methane in the south-west part of the Upper Silesian Coal Basin (southern Poland)*. International Journal of Coal Geology v. 80, 2009, s. 20-34
- [6] Kędzior S., *Potencjał metanotwórczy węgla kamiennych w odniesieniu do ich pojemności sorpcyjnej oraz współczesnej ilości zakumulowanego metanu termogenicznego w złożu Pawłowice (Górnośląskie Zagłębie Węglowe)*. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN, nr 88, Kraków, 2014, s. 119 – 134
- [7] Kędzior S., *Methane contents and coal-rank variability in the Upper Silesian Coal Basin, Poland*. International Journal of Coal Geology, zaakceptowane do druku, 2014
- [8] Kędzior S., Jelonek I., *Reservoir parameters and maceral composition of coal in different Carboniferous lithostratigraphical series of the Upper Silesian Coal Basin, Poland*. International Journal of Coal Geology, v. 111, 2013, s. 98–105
- [9] Kędzior S., Kotarba M. J., Pękała Z., *Geology, spatial distribution of methane content and origin of coalbed gases in Upper Carboniferous (Upper Mississippian and Pennsylvanian) strata in the south-eastern part of the Upper Silesian Coal Basin, Poland*. International Journal of Coal Geology, v. 105, 2013, s. 24-35
- [10] Kotarba M., *Wpływ czynników geologicznych na akumulację gazów górnego karbonu południowej części ROW-u w świetle badań izotopowych*. Zeszyty Naukowe AGH, Seria: Górnictwo, z. 110, AGH, Kraków, 1980, s. 61–69
- [11] Kotarba M. J., *Composition and origin of gases in the Upper Silesian and Lublin Coal Basins, Poland*. Organic Geochemistry, v. 32, 2001, s. 163–180
- [12] Kotarba M., Ney R., *Węglowodory w utworach węglonośnych górnego karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego*. W: Opracowanie modeli oraz bilansu generowania i akumulacji gazów w serii węglonośnej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Red. R. Ney, M. Kotarba, Centrum PPGSMiE PAN, Kraków, 1995, s. 7–24
- [13] Kotarba M., Pękała Z., Daniel J., Więclaw D., Smolarski L., *Rozkład głębokościowy zawartości metanu i węglowodorów wyższych w utworach węglonośnych górnego karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego*. W: Opracowanie modeli oraz bilansu generowania i akumulacji gazów w serii węglonośnej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Red. R. Ney, M. Kotarba, Centrum PPGSMiE PAN, Kraków, 1995, s. 175–180.
- [14] Kotas A., Kwarciański J., Jureczka J., *Methods of the estimation of coal bed methane reserves in the Silesia Coal Basin*. In: Workshop on the “Recovery and End-Use of Coal Bed Methane”, Katowice, 1992
- [15] Kowalski A., Kotarba M., Semyrka G., *Model i bilans generowania gazów z pokładów węgla utworów górnego karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego*. W: Opracowanie modeli oraz bilansu generowania i akumulacji gazów w serii węglonośnej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, Red. R. Ney, M. Kotarba, Centrum PPGSMiE PAN, Kraków, 1995, s. 99–113
- [16] Kwarciański J., Hadro J., *Metan pokładów węgla na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego*. Przegląd Geologiczny, t. 56, nr 6, 2008, s. 485–490
- [17] Wiej H., *Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego rejonu Oświęcim-Polanka w kategorii C₂*. Narodowe Archiwum Geologiczne, 1986 r. (niepubl.)



fot. Wawrzyniec Korona

Kopalnia serpentynitu antygorytowego w Naslawicach