

Mrożenie górotworu chroni głębiony szyb przed dopływami wody

Analiza kręgu otworów mroźeniowych szybu SW-4

mgr inż. Krystyna Stachowiak-Maciejowska, mgr Renata Janiszewska
Przedsiębiorstwo Budowy Kopalń PeBeKa SA

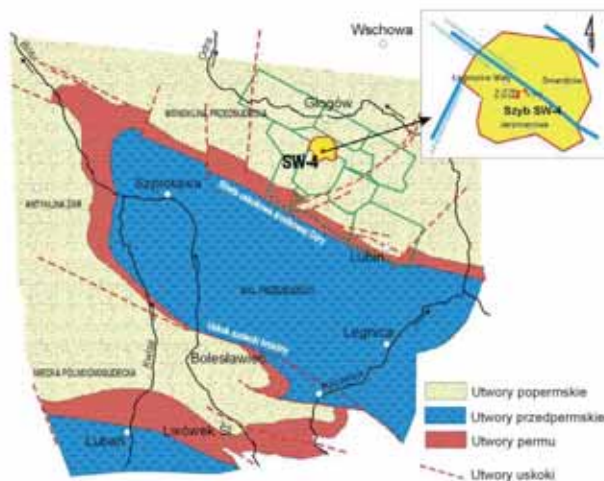


Charakterystyka warunków geologicznych w strefie mroźnej szybu SW-4

Szyb SW-4 znajduje się w środkowej części monokliny przedsudeckiej. Budują ją osady permu i triasu zalegające dyskontantnie na starszych osadach podłoża. Warstwy zapadają monoklinalnie pod niewielkim kątem (3–5°) w kierunku północnym, gdzie wzrasta miąższość poszczególnych warstw oraz pojawiają się nowe ogniwa litologiczne.

Rozpoznany profil geologiczny obszaru tej części monokliny dzieli się na trzy główne kompleksy (od najstarszego):

- kompleks skał krystalicznych wieku proterozoicznego oraz skał starszego paleozoiku stanowiących podłoże monokliny,
- kompleks skał osadowych wieku permu-meozoicznych budujących monoklinę przedsudecką,
- kompleks osadów kenozoicznych stanowiących pokrywę monokliny.



Rys. 1. Szkic budowy geologicznej zachodniej części strefy przedsudeckiej

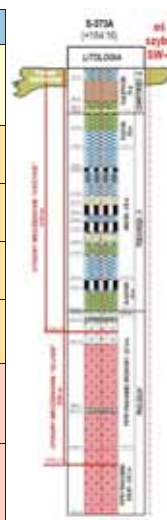
Bezpośrednio nad osadami cechsztyńskimi zalegają osady mezozoiczne w postaci kompleksu skał triasowych, reprezen-

towanych przez trias dolny, obejmujący dolny pstry piaskowiec i środkowy pstry piaskowiec.

Profil litologiczny warstw

Przewidywany profil litologiczno-stratygraficzny w osi projektowanego szybu SW-4 na podstawie danych z otworu badawczego podszybowego S-373A przedstawia się następująco:

Głębokość	Miąższość	Stratygrafia	Litologia
– 76,0 m (4,0–24,0 m)	76,0 m ok. 20 m	czwartorzęd	piaski, gliny zwałowe, ility trzeciorzędowe (porwak lodowcowy)
76,0–136,0 m	60,0 m	trzeciorzęd pliocen	piaski, ility niebieski i pstre, mułki
136,0–354,0 m	218,0 m	trzeciorzęd miocen	mułki, ility niebieski i szare, ility zawęglone, piaski
354,0–406,0 m	52,0 m	trzeciorzęd oligocen	ility brunatne, ility zawęglone, węgle brunatne
406,0–411,0 m	5,0 m	trzeciorzęd paleogen	mułowce, piaski, zwietrzlina piaskowcowa
411,0–638,4 m	227,4 m	trias dolny pstry piaskowiec śr.	piaskowce szarozielonkawe, mułowce szarozielone
638,4–874,1 m	235,7	trias dolny pstry piaskowiec dol.	piaskowce rdzawe i czerwone, mułowce, brunatne i rdzawe



Osady triasu dolnego

W otworach rejonu podszybowego stwierdzona miąższość utworów pstręgo piaskowca jest bardzo zbliżona i wynosi w granicach 462,3–479,9 m, średnio 470,4 m.

DOLNY PSTRY PIASKOWIEC budują drobnokrystaliczne przewłoczące się piaskowce, mułowce i łupki ilaste. Skały te charakteryzują się pstry, w przewodzie czerwonym, a podrzędnie szarozielonkawym zabarwieniem. Miąższość pstręgo piaskowca dolnego w otworach z rejonu projektowanego szybu jest zbliżona i wynosi 235,6–274,0 m, średnio 250,2 m. Warstwy pstręgo piaskowca dolnego zalegają na osadach stropowych cyklotemu Aller i zapadają ku północnemu wschodowi pod niewielkim

kątem, zgodnie z regionalnym upadem w tej części monokliny przedsudeckiej.

ŚRODKOWY PSTRY PIASKOWIEC budują drobnoziarniste i średnioziarniste piaskowce, z przewarstwieniami mułowców i łupków ilastych. Barwy piaskowców są beżowe i zielonawe, różowo-rdzawe i brunatne. Przewarstwienia mułowców mają kolor szary i szarozielonkawy. W partiach stropowych w piaskowcach występują szczególnie licznie wkładki i przewarstwienia ilaste i mułowcowe. W stropie piaskowce są słabo zwięzłe o dominującym spoiwie ilastym. Wraz z głębokością piaskowce są coraz bardziej zwięzłe o spoiwie krzemionkowo-ilastym, znacząco maleje ilość przewarstwień ilastych. Piaskowce te są miejscami spękane i zbrektonowane. Miąższość pstręgo piaskowca środkowego w otworach z rejonu projektowanego szybu jest zbliżona i wynosi w granicach 205,9–227,4 m, średnio 219,2 m. Strop warstw pstręgo piaskowca środkowego zapada ku południowemu zachodowi, a więc przeciwnie niż niżej leżące warstwy cechsztynu. Strop utworów triasowych (środkowego pstręgo piaskowca) leży na głębokości 415 m.

Na zerodowanych skałach permo-mezozoicznych zalegają dyskordantnie osady kenozoiczne o dużej miąższości, tworzące zwarty poziom warstw trzecio- i czwartorzędu.

Osady trzeciorzędowe

W profilu osadów trzeciorzędowych, obejmujących pełny profil neogenu i górną część paleogenu, wyróżnia się osady czterech pięter, co stanowi najpełniejszy i zarazem najbardziej miąższy profil osadów trzeciorzędowych w Polsce zachodniej.

EOCEN – występuje jedynie w obniżeniach podłoża w rejonie miejscowości Jakubów i Jerzmanowa w postaci morskich mułków glaukonitowych i wapieni. Miąższość tych utworów brackicznych i morskich w rejonach ich występowania wynosi maksymalnie do 33,7 m.

OLIGOCEN – występuje w sposób ciągły na całym obszarze w postaci jasnobrunatnych iłów, ciemnoszarych, drobnoziarnistych piasków i szarozielonych mułków. W ich stropie występuje kilka warstw węgla brunatnego, budującego tzw. pokład głógowski. Średnia miąższość osadów zaliczanych do oligocenu w rejonie projektowanego szybu SW-4 wynosi 56,1 m. W obrębie warstw oligocenu występują w części obszaru warstwy piaszczyste, które stanowią znaczący kolektor wód. W niektórych otworach stwierdzono występowanie warstwy piaszczystej zalegającej bezpośrednio na warstwach pstręgo piaskowca. Rejony, gdzie taka sytuacja występuje, zlokalizowane są na południe i na północny zachód od rejonu szybu.

MIOCEN – występujący w zwartym kompleksie osadów na całym obszarze i osiąga średnią miąższość 197,2 m. Dzieli się on na trzy piętra, w których sedymentację kończy pokład węgla brunatnego. W miocenie dolnym jest to pokład ścinawski, w miocenie środkowym pokład łużycki, a w miocenie górnym pokład Henryk.

PLIOCEN – buduje kompleks osadów piaszczysto-ilastych, które odznaczają się wybitnie niespokojną sedymentacją. Iły posiadają pstrę, piaski są różnoziarniste, do żwirowatych. Miąższość średnia w omawianym obszarze wynosi 107,2 m.

Strop osadów trzeciorzędowych występuje w rejonie projektowanego szybu SW-4 na rzędnych 89–90 m n.p.m., tworząc wyraźne obniżenie w stosunku do obszarów sąsiednich.

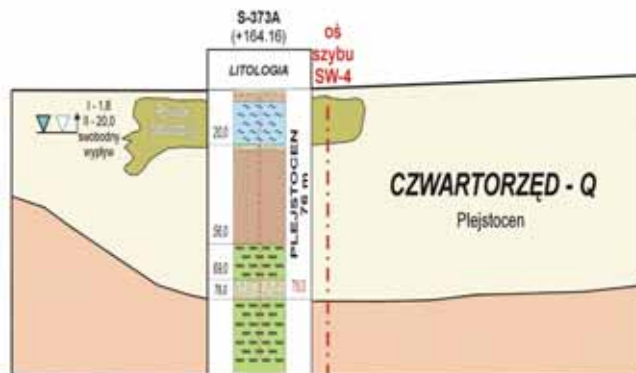
Osady czwartorzędowe

Na omawianym obszarze czwartorzęd (plejstocen oraz holocen) zaznaczył się złożonymi procesami erozji, sedymentacji i deformacji w środowisku lodowcowym, wodnolodowcowym, rzeczonym i w niewielkim stopniu bagiennym oraz płytkich zbiorników wodnych. Związana z tym jest duża zmienność litologiczna

w wykształceniu pionowym i poziomym osadów tego wieku.

W dolnej części profilu plejstocenijskiego przeważają piaski, żwiry kwarcowe oraz gliny zwalowe brunatnoszare lub zielonoszare z dużą domieszką materiału piaszczystego oraz żwirowego zlodowacenia południowopolskiego. Osady te mają miąższość od kilku do kilkudziesięciu metrów. Natomiast górną część profilu plejstocenijskiego, o miąższości od kilku do kilkudziesięciu metrów, stanowią głównie piaski szare, szarozółte z przejściami do żwirów kwarcowych. Osady te przykrywają gliny szare przeławiczone piaskami lub żwirkami, które przynależą do stadiału maksymalnego Warty i zlodowacenia środkowopolskiego.

W rejonie projektowanego szybu SW-4 w otworach badawczych S-373A i S-373B stwierdzono obecność porwaka lodowcowego w warstwach plejstocenijskich osadów lodowcowych (rys. 2). Jest to wyrwany przez lodowiec z warstw plicenijskich płat iltów poznańskich pstrych o miąższości 15,5 m (otwór S-373A) i 39,5 m (otwór S-373B). Wielkość tego płata ma przypuszczalnie ponad 100 m średnicy, gdyż odległość między otworami S-373A i S-373B wynosi 89 m, natomiast grubość porwaka wzrasta od południowemu zachodowi ku północnemu wschodowi i może mieć nawet do 50 m grubości. Osady holocenijskie występują najczęściej w obniżeniach morfologicznych oraz obniżeniach potoków i rzek. Są to osady mułowcowe, ilaste, piaszczyste i żwirowe barwy szarej oraz torfy brunatno-szare o miąższości do kilkunastu metrów. Spąg czwartorzędu występuje na rzędnych w granicach 85–90 m n.p.m. Miąższość osadów czwartorzędu w otworze S-373A wynosi 76,0 m.



Rys. 2. Przekrój geologiczny osadów czwartorzędowych w otworze S-373A

Makroskopowy opis prób okruchowych

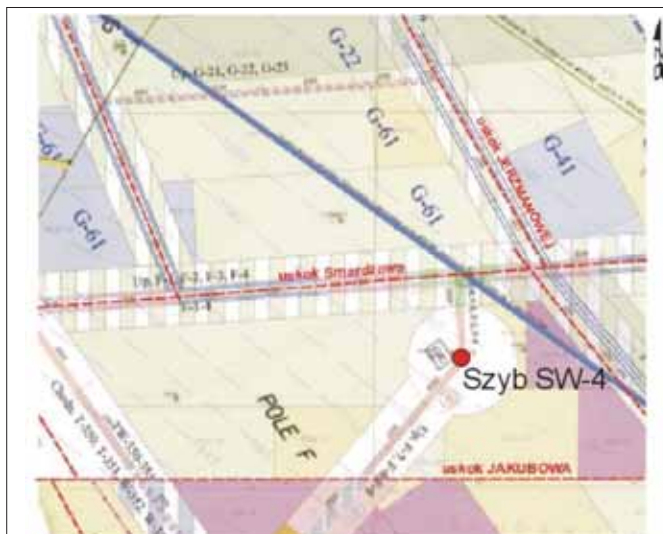
Dla uściśnienia profilu geologicznego w miejscu lokalizacji szybu wybrano 17 poziomów, z których pobrane zostały próby okruchowe z ośmiu otworów mroźniowych. Są to otwory: M-1, M-5, M-7, M-9, M-13, M-21, M-25 i M-27. Wyselekcjonowane próbki poddano szczegółowym opisom makroskopowym. Wykonane badania miały na celu potwierdzenie udokumentowania uzyskanych wcześniej materiałów z projektowanego otworu wiertniczego nr S-373A.

Zaangażowanie tektoniczne

Na mapach strukturalnych w dokumentacjach geologicznych oraz w badaniach zrealizowanych na otworach badawczych rejonu szybowego, pomiędzy którymi zaprojektowana jest lokalizacja szybu SW-4, S-373, S-557 i S-373A nie ma dowodów na obecność stref uskokuwanych w bezpośredniej strefie zaprojektowanego szybu. Natomiast w otoczeniu rejonu podszybowego, w odległości do ok. 700–1100 m interpretowane są przebiegi stref uskokuwanych Jerzmanowej, Jakubowa oraz Smardzowa.

W rejonie lokalizacji szybu SW-4 znajdują się następujące uskoki:

- od południa w odległości ~0,75 km znajduje się uskok Jakubowa ze zrzutem ~70 m,
- od północy w odległości ~1,1 km znajduje się uskok Smardzowa ze zrzutem ~10–15 m,
- od wschodu w odległości 0,7 km występuje uskok Jerzmanowej o wysokości zrzutu ~10–15 m.

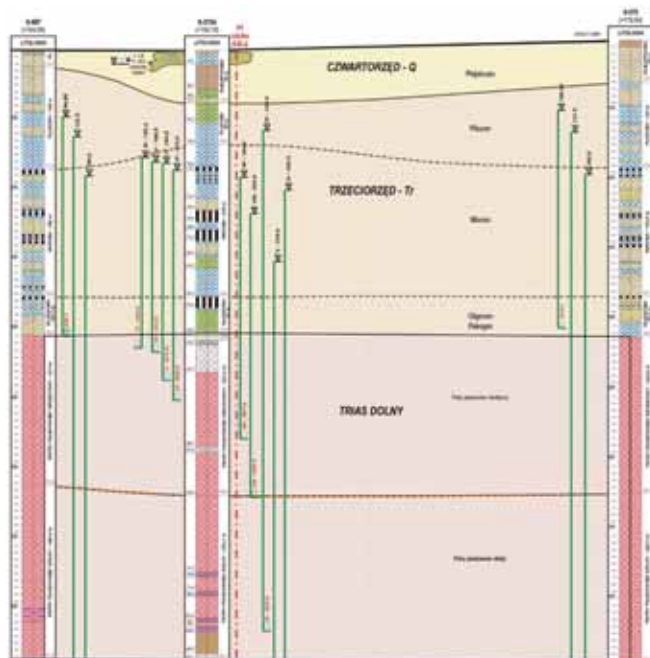


Rys. 3. Zaangażowanie tektoniczne w rejonie projektowanego szybu SW-4

Wymienione strefy uskoku obramowują obszar rejonu szybu, tworząc rów o rozciągłości wschód – zachód i szerokości ok. 2200 m w kierunku północ – południe. W jego obrębie występuje system schodowy o różnym wzniosie poszczególnych bloków po rozciągłości rowu.

Obszar podszybowy położony jest w bloku podniesionym w stosunku do sąsiedniego bloku od wschodu i obniżony w stosunku do sąsiedniego bloku od zachodu, będąc schodem w tej strefie schodowej rowu o rozciągłości wschód – zachód. Rów ten ograniczają wyniesione bloki od północy na skrzydle wiszącym uskoku Smardzowa i od południa na skrzydle wiszącym uskoku Jakubowa.

Wykonany szczegółowy przekrój geologiczny przez rejon podszybowy (rys. 4) wskazuje na brak obecności uskoku w obszarze lokalizacji szybu – świadczą o tym równe głębokości zalegania tych samych poziomów litostratygraficznych w sąsiednich otworach S-373, S-557 i S-373A, pomiędzy którymi projektowana jest lokalizacja szybu SW-4.



Rys. 4. Przekrój geologiczny przez rejon podszybowy między otworami S-557, S-373A i S-373 w obszarze projektowanego szybu SW-4 kopalni Polkowice-Sieroszowice

Charakterystyka warunków hydrogeologicznych

W obszarze projektowanego szybu SW-4 wyróżnia się dwa zasadnicze kompleksy wodonośne:

- kenozoiczny – obejmujący luźne utwory czwartorzędu i trzeciorzędu z krążeniem intergranularnym wód,
- triasowo-permski – występujący w zwięzłych porowatych i szczelinowatych skałach pstrego piaskowca, cechsztynu i czerwonego spągowca z krążeniem głównie szczelinowym.

Oba te kompleksy, obok wyraźnego zróżnicowania litologicznego, różnią się wyraźnie sposobem zasilania, parametrami hydrogeologicznymi oraz chemizmem wód. Każdy z nich składa się z wielu poziomów wodonośnych.

W obrębie tych kompleksów występują następujące piętra, poziomy i warstwy wodonośne.

Piętro	Poziom	Warstwy
czwartorzędowe	holoceński	
	plejstoceniński	górna dolna
trzeciorzędowe	plioceniński	nadwęglowe
	mioceniński	międzywęglowe
	oligoceniński	podwęglowe
triasowe	środkowego pstrego piaskowca	
	dolnego pstrego piaskowca	
permskie	cechsztyński	dolomit główny wapień podstawowy
	czerwonego spągowca	

Podobnie jak w całym LGOM, piętra i poziomy wodonośne na dokumentowanym obszarze poroizolowane są warstwami izolującymi lub pozostają ze sobą w kontaktach hydraulicznych. Jak dotąd brak jest przesłanek do przyjęcia tezy o istnieniu kontaktów hydraulicznych typu tektonicznego, umożliwiających przepływ wód pomiędzy wyróżnionymi kompleksami wodonośnymi w tej części obszaru złożowego rud miedzi.

W rejonie projektowanego szybu SW-4 badania hydrogeologiczne wykonywane były jedynie dla kompleksu permsko-triasowego. W otworach: podszybowym S-373A i obserwacyjnym S-373B wykonano ogółem 25 hydrogeologicznych badań terenowych (badania próbnikiem rurowym, szcerpywania, zalewania i próbnę pompowanie). Badania terenowe uzupełnione były badaniami laboratoryjnymi próbek wody (analizy fizyko-chemiczne i izotopowe) i skał (oznaczanie porowatości i wodoodporności).

Kenozoiczny kompleks wodonośny

CZWARTORZĘDOWE PIĘTRO WODONOŚNE

Wody podziemne tego piętra występują w plejstocenijskich utworach piaszczysto-żwirowych, charakteryzujących się w miarę wysokimi wartościami współczynnika filtracji (od kilkunastu do nawet ponad 100 m/d). W obszarze rejonu szybu SW-4, w obrębie tego piętra występuje jedna warstwa wodonośna o miąższości dochodzącej do 10 m. Zwierciadło wód jest swobodne lub pod niewielkim naporem, w przypadku występowania napinającej warstwy glin zwałowych. Stabilizuje się ono na głębokości ~1,8 m p.p.t. Zasilanie wód piętra czwartorzędowego odbywa się głównie na drodze infiltracji wód z opadów atmosferycznych. Średni moduł zasilania infiltracyjnego z opadów atmosferycznych mieści się w przedziale 2,1 do 3,2 l/s/km².

Wody piętra czwartorzędowego są wodami młodymi, o czasie wymiany wód rzędu kilkadziesiąt lat. Charakterystyczny dla tego piętra jest porowaty przepływ wód. Wody te drenowane są przez cieki powierzchniowe, tj. rzekę Rzuchowska Struga, Kanał Głogowski oraz działające ujęcia wód podziemnych.

TRZECIORZĘDOWE PIĘTRO WODONOŚNE

W granicach dokumentowanego obszaru nie prowadzono badań hydrogeologicznych w obrębie utworów trzeciorzędu. Charakterystykę tego piętra wodonośnego przeprowadzono więc w oparciu o dane literaturowe dotyczące całego Lubińskiego-Głogowskiego Zagłębia Miedziowego.

Trzeciorzędowe piętro wodonośne w północnej części LGOM tworzą utwory piaszczysto-żwirowe, występujące w formie soczew i ciągłych warstw przelawianych warstwami ilów, mułowców oraz węgli brunatnych. Znaczne zróżnicowanie litologiczne w profilu pionowym oraz w rozprzestrzenieniu poziomym osadów trzeciorzędowych sprawia, że ściśle lokalizowanie poziomów wodonośnych w obrębie tego piętra napotyka na trudności. Niezależnie od tego wyróżnia się tu trzy poziomy wodonośne: nadwęglowy, międzywęglowy i podwęglowy.

Triasowe piętro wodonośne

Wody podziemne tego piętra związane są z piaskowcami kwarcowymi pstręgo piaskowca środkowego i dolnego. Strop utworów wodonośnych w rejonie projektowanego szybu występuje na głębokości 426 m p.p.t. Wody tego piętra charakteryzuje przepływ szczelinowo-porowy. Zasilanie odbywa się na drodze przesączania pionowego poprzez warstwy rozdzielające oraz w miejscach sedimentacyjnych i tektonicznych kontaktów hydraulicznych z wodonośnym z trzeciorzędem. Miąższość zawodnionych utworów piętra triasowego wynosi ok. 425 m. Na podstawie wykonanych badań terenowych w otworach S-373A i S-373B i laboratoryjnych wydzielono strefy zawodnione w obrębie pstręgo piaskowca środkowego i pstręgo piaskowca dolnego. Oba poziomy wodonośne rozdziela poziom w zasadzie izolacyjny, występujący w interwale głębokości 572–825 m p.p.t., jednak miejscami także słabo zawodniony.

Permskie piętro wodonośne

Wody piętra permskiego oddzielone są od wód piętra triasowego nieprzepuszczalnymi anhydrytami, solami kamiennymi i łupkami ilastymi cechsztynu, jak też bardzo słabo zawodnionymi lub niewodonośnymi piaskowcami dolnego pstręgo piaskowca. Zasilanie wód tego piętra, podobnie jak triasowego, odbywa się w wyniku przesączania pionowego wód z wyższych pięter wodonośnych poprzez warstwy rozdzielające oraz w miejscach kontaktów hydraulicznych.

W obrębie utworów permskich w rejonie szybu SW-4 występują dwa poziomy wodonośne: cechsztyński i czerwonego spągowca. Według badań modelowych poziom rozdzielający dolny pstry piaskowiec i cechsztyń (850,0–960,0 m p.p.t) charakteryzuje się współczynnikiem filtracji rzędu $1 \cdot 10^{-6}$ m/d, co gwarantuje izolację warstw dolnego pstręgo piaskowca i cechsztynu.

Przygotowanie górotworu szybu SW-4 do głębienia metodą mrożeniową

Głębienie szybów metodą specjalną z zamrażaniem górotworu od głębokość ok. 15,0 m poniżej głowicy szybu do 650 m jest najefektywniejszą metodą specjalną stosowaną w skałach luźnych i mocno zawodnionych w warunkach LGOM.

Metoda zamrażania górotworu daje pewność zabezpieczenia głębionego szybu przed dopływami wody w okresie głębienia i prawidłowego wykonania obudowy wodoszczelnej.

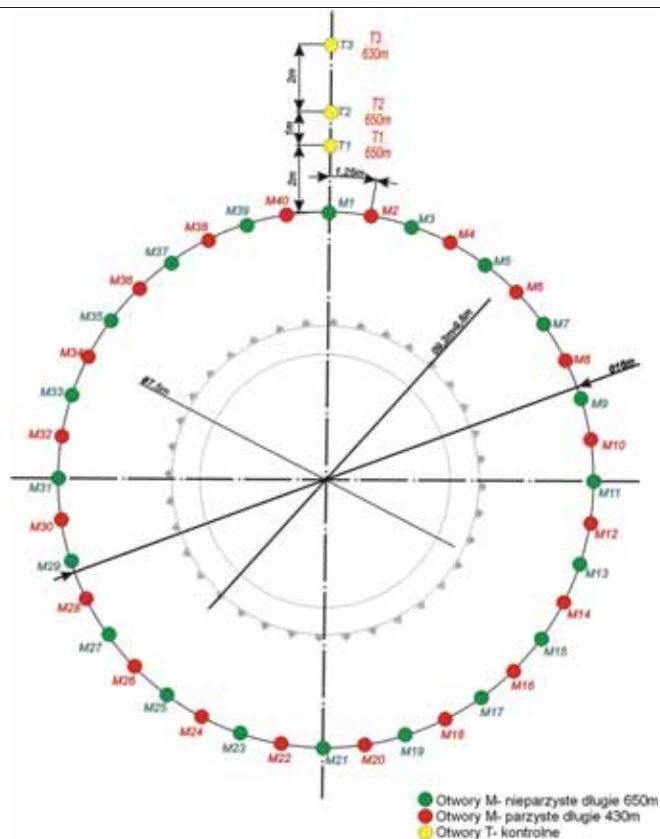
Metoda ta jest jedyną skuteczną metodą w czwartorzędzie, trzeciorzędzie i mocno zawodnionych utworach środkowego pstręgo piaskowca, a wszelkie dotychczasowe kłopoty związane z głębieniem szybów w warstwach zawodnionych poniżej strefy mrożonej wynikały najczęściej z decyzji o zbyt płytkim mrożeniu górotworu.

W LGOM stosuje się zamrażanie górotworu otworami mrożeniowymi, odwiercanymi na kręgu, do głębokości kilku metrów poniżej wyznaczonej głębokości mrożenia.

Wytworzony w wyniku mrożenia płaszcz to konstrukcja inżynierska mająca na celu dwie funkcje: zabezpieczenie szybu przed wdarciami się luźnych skał i wody oraz zapewnienie właściwych warunków do wykonania obudowy szybu. Jego rola nie kończy się w chwili zgłębienia szybu. Płaszcz ten stanowi skuteczną i nieodzowną osłonę w czasie zabiegów uszczelniających i ewentualnych napraw obudowy.

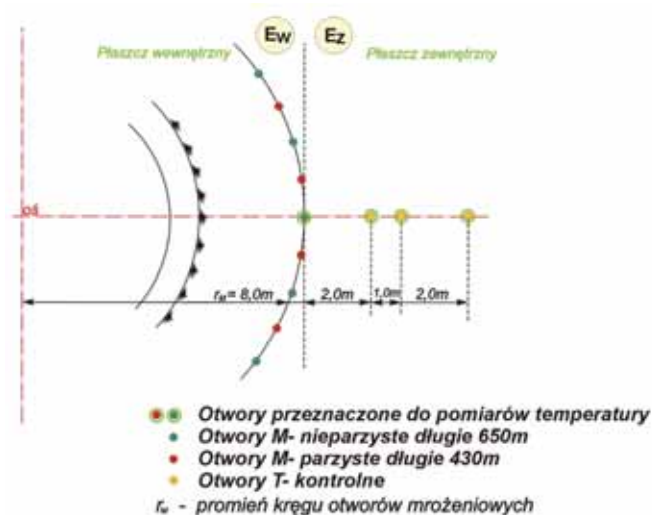
Mrożenie szybu SW-4 dla kopalni Polkowice-Sierszowice zaprojektowano przy zastosowaniu 40 otworów mrożeniowych:

- 20 otworów mrożeniowych, do głębokości 650 m (numery nieparzyste),



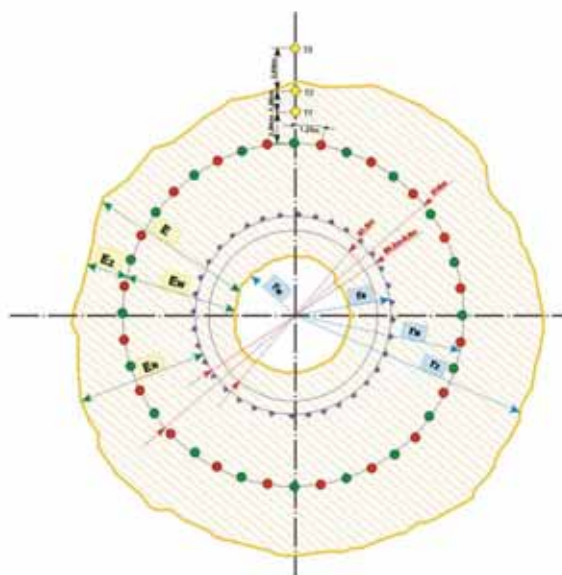
Rys. 5. Rozmieszczenie otworów mrożeniowych i kontrolnych w tarczy szybu SW-4

- 20 otworów mrożeniowych, do głębokości 430 m; tj. ok. 10 m poniżej spągu trzeciorzędu (numery parzyste, rys. 5).
- trzech otworów termalnych, tj. T-1, T-2 do głębokości 650 m i T-3 do głębokości 630 m (na wspólnej osi, za kręgiem mrożeniowym) w odległości 2 m, 3 m i 5 m od kręgu otworu mrożeniowego, które posłużą do badania kształtu i rozmiarów płaszcza mrożeniowego, w trakcie mrożenia i rozmrażania szybu (rys. 6).



Rys. 6. Schemat lokalizacji otworów do pomiarów temperatury na promieniu kontrolnym

W Projekcie końcowym mrożenia górotworu dla potrzeb głębienia szybu SW-4 zalecono odwiercenie w pierwszej kolejności otworów długich, aby w przypadku nadmiernych krzywizn tych otworów można było najmniejszym kosztem poprawić efekty mrożenia w obrębie skał związanych przez odwiercenie niektórych otworów (zaprojektowanych jako krótkie) do głębokości 650 m.



LEGENDA:

- E_z - grubość zewnętrznego płaszcza mroźniowego,
- E_w - grubość wewnętrznego płaszcza mroźniowego,
- E - grubość całkowita płaszcza mroźniowego,
- E_N - grubość części nośnej płaszcza mroźniowego,
- r_M - promień kręgu otworów mroźniowych,
- r_a - promień wylotu szybu,
- r_w - promień zasięgu płaszcza wewnętrznego,
- r_z - promień zewnętrzny płaszcza mroźniowego.
- Otworki M- nieparzyste długie 650m
- Otworki M- parzyste długie 430m
- Otworki T- kontrolne

Rys. 7. Schemat podziału płaszcza mroźniowego

Tab.1. Zestawienie odległości między otworami mroźniowymi

Pary otworów mroźniowych	430 m	550 m	600 m	650 m
	1 – 3	2,45	2,28	2,06
3 – 5	2,88	2,89	3,05	3,18
5 – 7	2,9	3,18	3,21	3,23
7 – 9	2,02	1,8	1,56	1,44
9 – 11	2,93	3,3	3,4	3,44
11 – 12	2,62	2,74	2,56	2,31
11 – 13	4,12	4,19	4,06	3,76
12 – 13	1,74	1,69	1,75	1,74
13 – 15	2,38	2,53	2,69	2,98
15 – 17	2,41	2,52	2,35	2,19
17 – 19	1,94	1,99	2,32	2,92
19 – 21	3,23	3,09	2,92	2,68
21 – 23	2,26	2,07	2,1	2,06
23 – 25	2,84	3,06	2,93	2,76
25 – 27	2,24	1,97	1,93	1,88
27 – 29	4,14	4,34	4,4	4,46
28 – 29*	2,46	2,44	2,46	2,45
29 – 31	1,72	1,66	1,72	1,96
31 – 33	2,69	2,98	3,17	3,38
33 – 35	3,38	3,44	3,24	3,19
35 – 37	2,21	2,54	2,8	3,1
37 – 39	3,58	3,66	3,79	3,82
39 – 1	3,45	3,55	3,56	3,62

* przy założeniu zachowanej pionowości (0,5 m odchyłki) otworu M-28

W rejonie szybu SW-4 po odwierceni wyznaczonych otworów, a następnie po zamrożeniu górotworu, winien wytworzyć się bezpieczny płaszcz mroźniowy, który pozwoli na bezpieczne głębienie szybu.

Analiza kręgu otworów mroźniowych długich

Po zakończeniu wiercenia otworów długich (numery nieparzyste) wykonano w nich pomiary żyroskopowe. Przeanalizowano położenie wywierconych otworów pod względem możliwości wytworzenia bezpiecznego płaszcza mroźniowego w interwale 430–650 m.

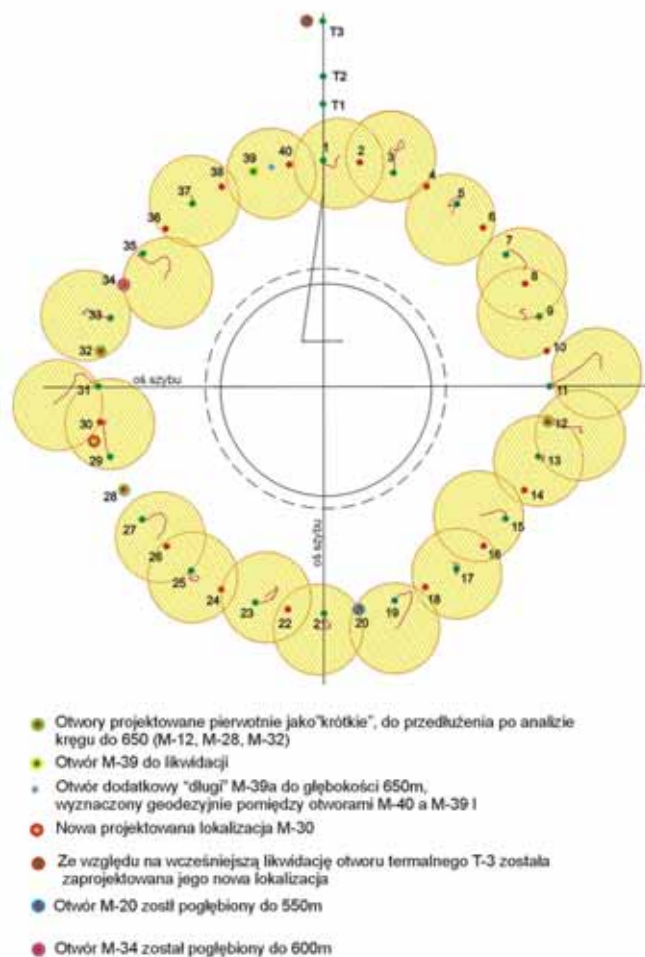
Przeprowadzono analizę krzywizn i położenie odwierconych otworów mroźniowych do głębokości 650 m. Odległość między sąsiednimi otworami długimi dla przykładowej głębokości zestawiono poniżej.

Na rysunku nr 8 pokazano lokalizację otworów mroźniowych podstawowych oraz otworów mroźniowych dodatkowych projektowanych w szybie SW-4 z zaznaczonym nominalnym zasięgiem cylindrów lodogruntu.

Wnioski po odwierceni 20 otworów długich

Po odwierceni 20 otworów mroźniowych długich do głębokości 650 m, na podstawie wykonanych pomiarów żyroskopowych stwierdzono, że krąg mroźniowy powinien być uzupełniony trzema otworami dodatkowymi długimi do głębokości 650 m, które planowane były pierwotnie jako otworki krótkie oraz odwiercenie dodatkowego otworu długiego.

SZYB SW-4 OTWORKI MROŹNIOWE
 skala 1:100
 Poziom - 650m
 promień płaszcza - 1.25m
 Krzywizn wkreślono na podstawie pomiaru żyroskopowego



Rys. 8. Lokalizacja otworów mroźniowych podstawowych oraz otworów mroźniowych dodatkowych projektowanych w szybie SW-4

Ze względu na krzywizny otworów długich M-11, M-19, M-27, M-29, M-31, M-33, M-35 i M-39 w interwale 430 do 650 m, nie ma gwarancji zamknięcia płaszczka mroźniowego w pstrym piaskowcu, gdyż przekroczona została maksymalna, dopuszczalna odległość między sąsiednimi otworami. Odległość ta według projektu (*Projekt końcowy mrożenia górotworu dla potrzeb głębinienia szybu SW-4*) wynosi 3,2 m, przy nominalnej odległości 2,5 m.

W takiej sytuacji w celu wytworzenia bezpiecznego płaszczka mroźniowego niezbędne było:

- przedłużenie trzech dodatkowych otworów krótkich M-12, M-28, M-32 do głębokości 650 m,
- przedłużenie otworu krótkiego M-20 do głębokości 550 m,
- przedłużenie otworu krótkiego M-34 do głębokości 600 m,
- zmiana położenia jednego otworu krótkiego M-30,
- odwiercenie dodatkowego otworu długiego M-39a do głębokości 650 m; lokalizacja otworu M-39a została wyznaczona geodezyjnie pomiędzy otworami M-40 i M-39.

Otwór M-39 został zlikwidowany ze względu na niebezpieczeństwo jego uszkodzenia w trakcie głębinienia (odległość jego od ociosu wynosi 1,0 m).

Ze względu na wejście otworem M-29 w oś otworu M-30 (od głębokości 140 m), po odwierceniu otworu M-28 została przedstawiona nowa lokalizacja otworu M-30.

Po odwierceniu wszystkich otworów mroźniowych zaprojektowano również nową lokalizację otworu termalnego T-3 (ze względu na jego krzywiznę i w efekcie likwidację).

Analiza otworów krótkich oraz otworów pogłębionych

Według stanu na dzień 1 marca 2007 r. wiercone są ostatnie dwa otwory krótkie: M-34 pogłębiony do 600 m oraz otwór M-38 do głębokości 435 m.

Dotychczas firma wykonała pomiary żyroskopowe we wszystkich odwierconych otworach mroźniowych, z wyjątkiem otworów: M-2A, M-16A, M-30, M-34, M-36, M-38, M-40.

Przeanalizowano położenie i przeprowadzono analizę krzywizn oraz położenie wywierconych otworów krótkich oraz otworów pogłębionych.

Wnioski po odwierceniu krótkich otworów mroźniowych oraz otworów pogłębionych

Po pogłębieniu zaplanowanych otworów krótkich: M-12, M-20, M-28, M-32, M-34 oraz zmianie lokalizacji otworów M-30 i M-39A, krzywizny odwierconych otworów gwarantują zamknięcia płaszczka mroźniowego, gdyż nie została przekroczona maksymalna, dopuszczalna odległość między sąsiednimi otworami.

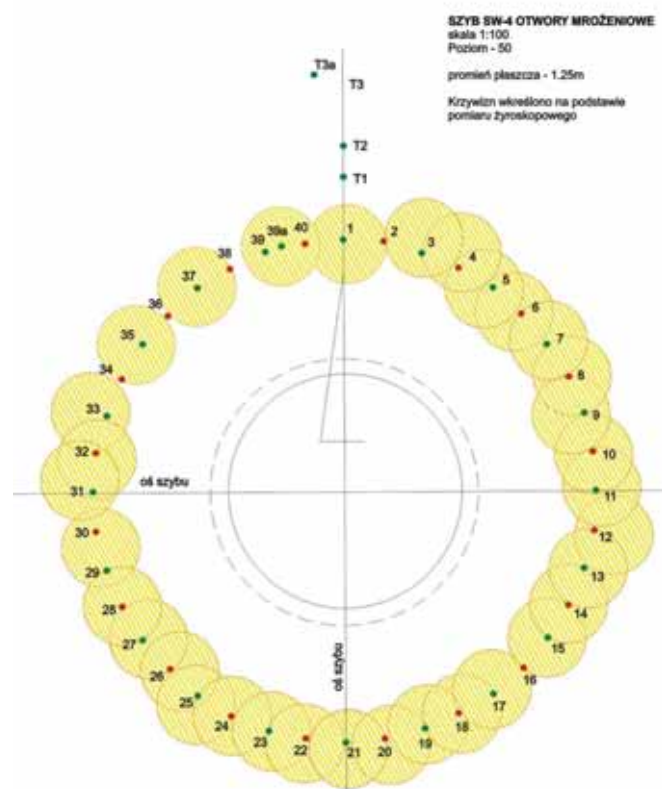
Obserwacje z wiercenia otworów mroźniowych szybu SW-4

W trakcie wiercenia kolejno otworów mroźniowych długich (do 650 m), jak i krótkich (do 430 m) na płycie mroźniowej szybu SW-4 dużym utrudnieniem w realizacji wiercenia było i jest w dalszym ciągu utrzymanie pionowości otworów. Trudności te spowodowane są:

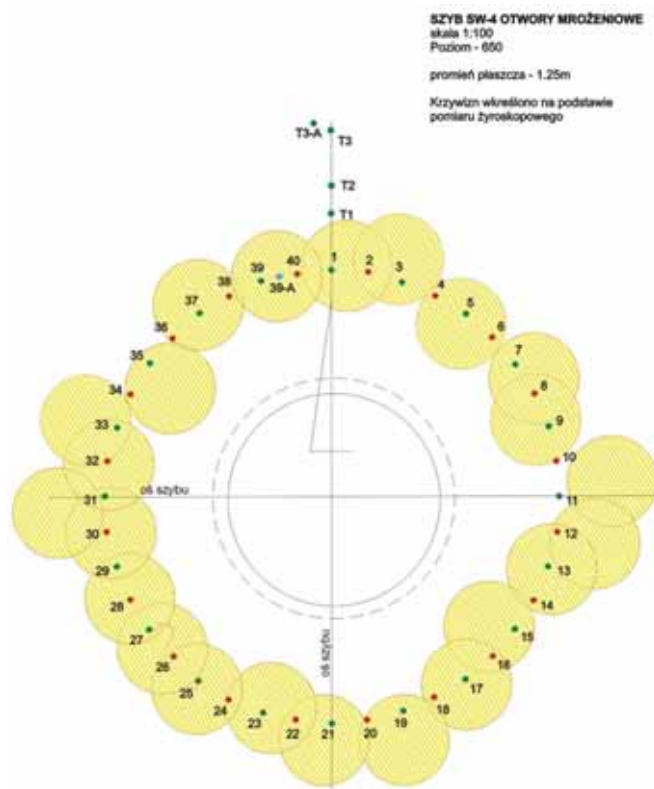
- występowaniem porwaka lodowcowego, otoczków czy też głazów polodowcowych do głębokości od ~20 do ~60 m, utrudniających pionowe wiercenie. Ich występowanie w tym interwale wymusza również wielokrotne przerabianie otworu różnymi narzędziami, aby skrzywiony o kilka dziesiątych części stopnia otwór wypionować. Przykładem jest otwór M-4, w którym takie pionowanie ok. 30 m trwało trzy doby. Czas wiercenia otworów wydłużało się na skutek wielokrotnego przerabiania otworu podczas wiercenia i przed zapuszczeniem rur mroźniowych. Trudności tego rodzaju wystąpiły w następujących otworach: M-1, M-7, M-9, M-11, M-12, M-19, M-21, M-25, M-27, M-31, M-37, M-39;
- zaistnieniem trudności z utrzymaniem pionowości otworu przy wyjściu z kolumny przewodnikowej od 0 do 20 m, pomimo danych z pomiarów stwierdzających pionowość ich posadowienia.

Podsumowanie

Położenie otworów mroźniowych, w górnej i dolnej części szybu, po przeprowadzeniu analizy kręgu gwarantuje wytworzenie bezpiecznego płaszczka mroźniowego w każdej warstwie skalnej (stan na dzień 1 marca 2007).



Rys. 9. Lokalizacja otworów mroźniowych na płaszczyźnie poziomej 50 szybu SW-4



Rys. 10. Lokalizacja otworów mroźniowych na płaszczyźnie poziomej 650 szybu SW-4

Przedsiębiorstwo Budowy Kopalń PeBeKa S.A.



59-301 Lubin, ul. M. Skłodowskiej-Curie 76
Tel.: + 48/ 76/ 840 54 05, 840 51 00, 840 510 30
fax: + 48/ 76/ 840 54 95, 844 31 03
e-mail: pebeka@pebeka.pl, www.pebeka.pl



30 ZGŁĘBIONYCH SZYBÓW Z WYKORZYSTANIEM MROŻENIA GÓROTWORU

PeBeKa S.A. oferuje wykonawstwo najbardziej skomplikowanych obiektów szybowych obejmujących:

- **głębenie szybów metodami konwencjonalnymi i specjalnymi, z wykorzystaniem: mrożenia górotworu, iniekcji wyprzedzających, cementowych i chemicznych,**
- **głębenie szybków i zbiorników retencyjnych,**
- **rekonstrukcje, wymiany, uszczelnianie oraz remonty wszystkich typów obudów szybowych,**
- **pogłębianie szybów i szybków.**

