

Agnieszka Gontaszewska-Piekarz

Uniwersytet Zielonogórski

ORCID 0000-0003-2902-0673

Wojciech Preidl

Politechnika Śląska

Kopalnia „Bach” w Cybince – historia zastosowania metody zamrażania górotworu w górnictwie węgla brunatnego

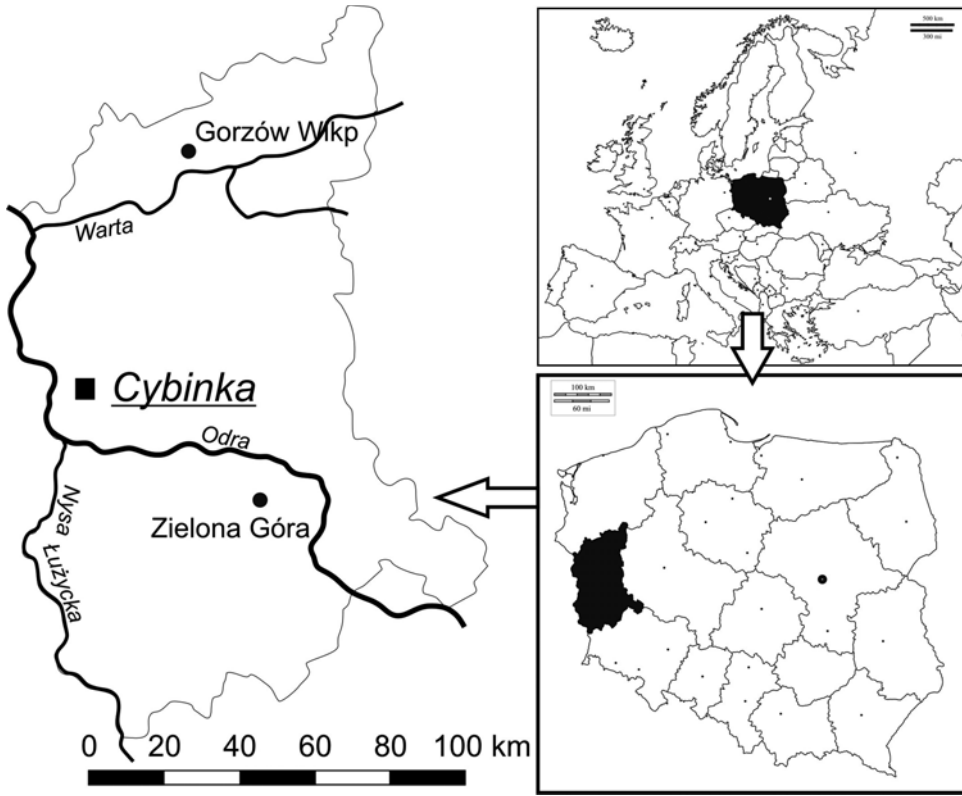
Bach Mine in Cybinka – History of Artificial Ground Freezing in Lignite Mining

The article describes the application of the artificial ground freezing method for sinking the shafts of the now-defunct *Bach* lignite mine in Cybinka (Lubusz Province). It was probably the only instance of such a procedure in lignite mining in Poland. The text presents the origins of this method, patented in 1863 by F.H. Poetsch, and the examples of mines where this technique was implemented, with particular emphasis on the Polish lands. The course of freezing the *Bach V* and *Bach VI* shafts and the problems that occurred at the very beginning of their exploitation are described in detail. As a result of errors made during the drilling of freezing holes, both shafts were completely flooded with groundwater. The paper also aims to analyse the causes of this mining disaster.

Keywords: lignite mining, artificial ground freezing, Cybinka

Słowa kluczowe: górnictwo węgla brunatnego, mrożenie górotworu, Cybinka

Metoda głębinienia szybów z użyciem zamrażania górotworu wykorzystywana jest obecnie bardzo szeroko. Nie dotyczy to jednak górnictwa węgla brunatnego, gdyż od ponad 80 lat dominuje w nim eksploatacja odkrywkowa. Eksploatację węgla brunatnego metodami podziemnymi zakończono w Polsce w latach dziewięćdziesiątych XX w. (kopalnia „Sieniawa” w powiecie świebodzińskim), jednak podczas wykonywania szybów nie wykorzystywano metody mrożenia. Jedyny (znany) przypadek użycia tej metody w górnictwie węgla brunatnego na terenie dzisiejszej Polski miał miejsce w czasie II Wojny Światowej na terenie kopalni „Bach” w Cybince (powiat słubicki, województwo lubuskie) (Ryc. 1). Cybinka związana była z górnictwem węgla brunatnego przez ponad 80 lat, niestety po



Ryc. 1. Lokalizacja Cybinki na mapie Polski (opracowanie własne).

II Wojnie Światowej nie wznowiono jego wydobywania. Fakt istnienia w tej miejscowości jednej z najnowocześniejszych ówczesnie głąbinowej kopalni węgla brunatnego jest bardzo mało znany.

Głębenie szybów metodą mrożenia górotworu

Metoda zamrażania górotworu należy do grupy metod wykonywania szybów polegających na specjalnych zabiegach wyprzedzających, dzięki którym może być następnie zastosowana zwykła technologia głębenia. Może być ona stosowana praktycznie we wszystkich warunkach geologiczno-górnictwowych; jedynym ograniczeniem są koszty, które w wielu przypadkach czynią głębenie szybów tą metodą nieopłacalną. Metodę zamrażania stosuje się przede wszystkim do głębenia szybów w skałach sypkich i mało spoiwych zawodnionych oraz w skałach zwięzłych o bardzo dużych dopływach wody¹. Mrożenie górotworu jest możliwe przy dostatecznie dużym jego zawodnieniu, gdyż głównym czynnikiem stabilizacji górotworu jest zamrożenie wody znajdującej się w porach i szczelinach

¹ A. Wichur, *Uwagi o projektowaniu technologii zamrażania górotworu dla potrzeb głębenia szybów*, „Górnictwo i Geoinżynieria” t. 31, 2007, z. 3, s. 446.

skął. Zadaniem utworzonego tą metodą zamrożonego płaszczu otaczającego szczelnie wyrobisko jest odcięcie dopływu wody do szybu podczas jego drążenia. Mrożenie nawodnionego górotworu zapewnia solanka lub ług o temperaturze ujemnej, wahającej się w przedziale od -40°C do -20°C i opływająca zamrożony płaszcz w obiegu zamkniętym. Z reguły wykonuje się otwory wiertnicze o średnicy 100–200 mm w odstępach 0,9–1,5 m dookoła projektowanego szybu. Do otworów wprowadza się medium mrozące, które krążąc w obiegu zamkniętym, odbiera ciepło od górotworu i ochładza go, prowadząc do jego zamrażania. Ogrzane przez górotwór medium mrozące jest przepompowywane do komory chłodniczej, gdzie ulega ponownemu ochłodzeniu, a następnie wtłaczane jest znów do górotworu. Bardzo istotna jest całkowita szczelność sieci mrozeniowej, ponieważ wycieki solanki to niebezpieczeństwo zasolenia wody, co utrudnia jej zamrożenie. Im bardziej zasolone wody, tym niższe temperatury solanki są niezbędne do zamrożenia górotworu. Po wykonaniu konstrukcji szybu górotwór jest rozmrażany przez wprowadzenie do otworów wiertniczych ogrzanej cieczy lub po prostu przez odłączenie mrożenia.

Metoda mrożenia górotworu została użyta po raz pierwszy w 1853 r. przez inżynierów francuskich. Wykorzystali oni właściwości naturalnie zamrożonego gruntu podczas zimy, co pozwoliło im na wykonanie szybu w nawodnionym, sybkim gruncie. Podobne rozwiązania były stosowane w syberyjskich kopalniach złota. Sztucznie wywołane zamrażanie zostało wykonane po raz pierwszy w 1862 r. w południowej Walii. Na dnie głębinowego szybu ułożono spiralną rurę, przez którą przepuszczano schłodzone medium, co powodowało zamrożenie nawodnionej skały. Po uzyskaniu zakładanego efektu demontowano instalację mrozącą i urabiano dno szybu, pogłębiając go o kilka metrów. Następnie powtarzano operację z układaniem spiralnej rury mrozeniowej². Tę mało wydajną metodę zmodernizował Friedrich Hermann Poetsch (Pötsch) stosując zamiast spiralnych rur układanych na dnie drążonego szybu rury pionowe umieszczone w otworach wierconych z powierzchni.

Friedrich Hermann Poetsch (Ryc. 2) urodził się 12 grudnia 1842 r. w Biendorf (Anhalt), w latach 1860–1863 uczęszczał do szkoły górniczej w Clausthal. Po jej ukończeniu otrzymał stanowisko niższego urzędnika w kopalni soli w Leopoldshall. W 1867 r. został wysta-



Ryc. 2. Friedrich Hermann Poetsch (Źródło: U. Mallis, F.Haase, *Friedrich Hermann Poetsch – Der weltweit bedeutende Erfinder starb vor 110 Jahren in Dresden. Eine Erinnerung anlässlich der Wiederkehr seines 170. Geburtstages am 12. Dezember 2012*, „Schachtbau Report” 2013, nr 48).

2 J. Kostrz, *Głębienie szybów specjalnymi metodami*, Katowice 1964, s. 210; A. Sres, *Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur künstlichen Bodenvereisung im strömenden Grundwasser*, Zürich 2009 (*Dissertation ETH*, nr 18278), s. 5.

ny przez księcia Anhalt na studia do Akademii Górniczej we Freibergu – najważniejszej górniczej uczelni w tamtym czasie. W 1875 r. po zdaniu egzaminów państwowych otrzymał tytuł *Bergassessor* i został zatrudniony w Wyższym Urzędzie Górniczym w Halle³. Pracował również jako mierniczy górniczy (*Markscheider*) w gwarectwie „Douglas” w Aschersleben (kopalnie węgla brunatnego). To właśnie tam Poetsch uzyskał zgodę na wypróbowanie swojego pomysłu zamrażania górotworu. W jednej z kopalń gwarectwa (kopalnia „Archibald” w Schneidlingen⁴) wykonano szyb o głębokości 34 m, jednak nawodniony piasek uniemożliwił dalsze prace oraz udostępnienie złoża węgla kamiennego. Poetsch wykonał 23 odwierty dookoła istniejącego szybu, co pozwoliło mu skutecznie zamrozić nawodniony piasek i przegłębić szyb do złoża⁵. 27 lutego 1883 r. Poetsch uzyskał w Niemczech patent dotyczący głębinienia pionowych szybów w nawodnionym górotworze (*Deutsches Reichspatent 25015*), a swoją metodę opisał w pracy *Das Gefrierverfahren. Methode für schnelles, sicheres und lotrechtes Abteufen von Schächten im Schwimmsande und überhaupt im wasserreichen Gebirge; für Herstellung tiefgehender Brückenpfeiler und für Tunnelbauten in rolligem und schwimmendem Gebirge* wydanej w 1886 r. we Freibergu⁶. W 1884 r. Poetsch założył w Magdeburgu swoją pierwszą firmę zajmującą się wykonywaniem szybów: Internationale Gessellschaft für Schacht-, Brücken- und Tunnelbau, a dwa lata później Poetsch Tiefbauten AG Berlin. Jednym z pierwszych większych przedsięwzięć tej firmy było głębinienie szybu Max kopalni węgla kamiennego w Michałkowicach należącej do huty „Laura” (później „Jedność”) w Siemianowicach Śląskich, gdzie jednak prace związane z wierceniem otworów mrozeniowych posuwały się tak wolno, że w międzyczasie wykonano obok inny szyb tradycyjną metodą⁷. Następnymi przedsięwzięciami były szyby w kopalni węgla brunatnego „Zentrum” w Königswusterhausen oraz kopalni węgla kamiennego w Hennegau (Belgia). W 1888 r. wykonał on szyb o średnicy 5 m i głębokości 80 m w kopalni soli potasowych Jessenitz koło Schwerin, mroząc górotwór 20 otworami po 75 metrów każdy przez okres 10 miesięcy⁸.

W następnych latach metoda zaczęła się upowszechniać w Europie, głównie we Francji. Köhler podaje 19 szybów (głównie węgla kamiennego), gdzie mrożenie zastosowano z powodzeniem do 1900 r.⁹, inne źródło podaje liczbę 42 szybów do 1902 r.¹⁰ W latach 1888–1889 firma Poetsch–Sooy–Smith–Freezing Comp. New Jersey zastosowała metodę mrożenia skał po raz pierwszy w Stanach Zjednoczonych (rok po uzyskaniu przez Poet-

3 D. Hoffmann, *Friedrich Hermann Poetsch und das Gefrierverfahren*, „Glückauf, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift” 1942, nr 48, s. 714; U. Mallis, R. Haase, *Friedrich Hermann Poetsch – Der weltweit bedeutende Erfinder starb vor 110 Jahren in Dresden. Eine Erinnerung anlässlich der Wiederkehr seines 170. Geburtstages am 12. Dezember 2012*, „Schachtbau Report” 2013, nr 48, s. 4.

4 J. Kostrz, op. cit., s. 210; A. Sres, op. cit., s. 5; *Poetsch's Verfahren des Abteufens in schwimmendem Gebirge*, „Dingler's Polytechnisches Journal” t. 252, 1884, s. 101.

5 D. Hoffmann, op. cit., s. 715.

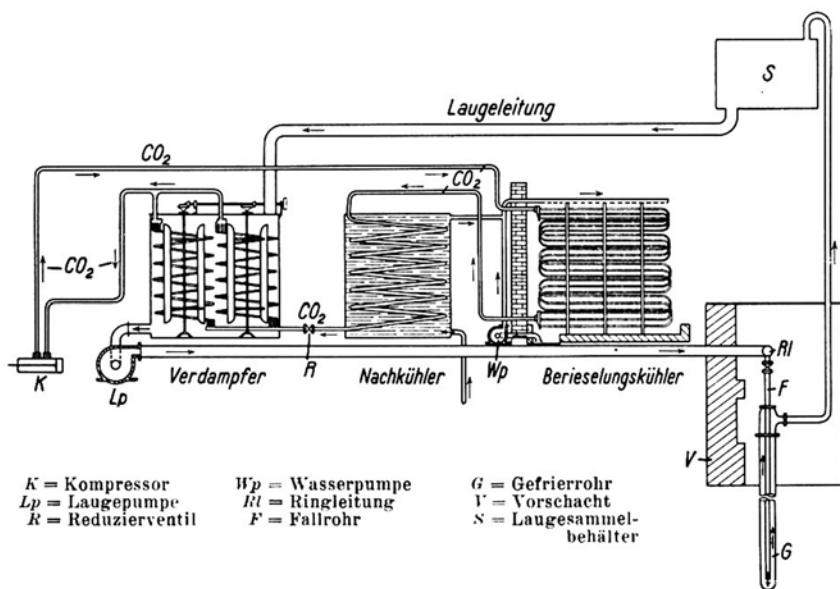
6 Swoje doświadczenia zawarł także w dwóch kolejnych pracach: F.H. Poetsch, *Geschichtliches über die Entstehung und Herausbildung des Gefrierverfahrens*, Magdeburg 1889; idem, *Das Gefrierverfahren und das kombinierte Schachtabbohr- und Gefrierverfahren (Patent Pötsch)*, Freiberg 1895.

7 D. Hoffmann, op. cit., s. 715; C. Matschoss, *50 Jahre Ingenieur-Arbeit in Oberschlesien*, Berlin 1907, s. 25.

8 G. Pinzke, *Das Abteufen des ersten Kalischachtes nach dem Poetsch'en Gefrierschachtverfahrens*, [w:] *Veröffentlichungen zum Bergbau in Mecklenburg*, 2010, s. 64; F. Riemer, *Über die neuesten Fortschritte im Schachtabteufen*, [w:] *Bericht über den VIII. Bergmannstag Dortmund, Düsseldorf*, 1901, s. 212. Joosten (który był współwykonawcą szybów) podaje nieco inne, zapewne dokładniejsze dane – por. Tabela 1.

9 G. Köhler, *Lehrbuch für Bergbaukunde*, Leipzig 1900, s. 58–584.

10 F. Riemer, *Die Schachtabteufen zur Zeit der Düsseldorfer Ausstellung*, Düsseldorf 1902, s. 64.



Ryc. 3. Ilustracja z patentu F.H. Poetscha w Stanach Zjednoczonych obrazująca ideę rozmieszczenia i funkcjonowanie instalacji z otworami mroźniowymi (Źródło: F.H. Poetsch, *Method of Sinking Shafts, Building Foundations, &c, in Aqueous Strata*, Letters Patent No. 363.419, United States Patent Office, 1887).

scha patentu w USA – Ryc. 3). Był to szyb o głębokości 30 m drążony w kopalni Chapin Mine Co. w Iron Mountain w stanie Montana¹¹. Jednak w zagłębiu Ruhry pierwsze szyby wykonano tą metodą dopiero w 1902 r., osiągając głębokość 130 m w kopalni Auguste Victoria w Sinsen¹². Było to zapewne spowodowane wysokimi kosztami metody Poetscha w stosunku do innych metod stosowanych w zawodnionych gruntach oraz ochroną patentową, która skończyła się w 1898 r.¹³ Ponadto problemy, jakie wystąpiły w pierwszych latach stosowania metody Poetscha (wdzieranie się do szybu wody z niezamrożonej części górotworu), choć rozwiązane w kolejnych szybach, spowodowały niechęć większości niemieckich górników¹⁴. Najdokładniejsze dane na temat wykorzystania metody Poetscha znajdują się w pracy Joostena z 1906 r.¹⁵, która zawiera spis wszystkich zastosowań do 1906 r. – łącznie 92 szyby (Tabela 1). Metodę mrożenia górotworu zaczęto częściej wykorzystywać w górnictwie w XX w. Do 1914 r. liczba szybów wykonanych tą metodą wzrosła do 155, a do 1957 r. o kolejnych co najmniej 150.

11 D. Hoffmann, op. cit., s. 714; U. Mallis, R. Haase, op. cit., s. 4 (podają jednak inną lokalizację); P. Schmall, D. Maishman, *Ground Freezing a Proven Technology in Mine Shaft Sinking*, „Tunneling & Underground Construction Magazine” 2007, nr 6, s. 25.

12 L. Hoffmann, *Schächte*, [w:] *Die Entwicklung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlen-Bergbaues in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts*, t. 3, Berlin – Heidelberg 1903, s. 514; H.J. Joosten, *Die neuste Anwendung des Gefrierfahrens auf der Zeche Auguste Victoria i.W.*, „Glückauf, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift” 1904, nr 50, s. 1541.

13 F. Riemer, *Das Schachtabteufen in der neuerer Zeit*, Düsseldorf – Grafenberg 1896, s. 6.

14 D. Hoffmann, op. cit., s. 714.

15 H.J. Joosten, *Die Entwicklung des Gefrierfahrens seit seiner ersten Anwendung im Jahre 1883*, „Glückauf, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift” 1906, nr 22, s. 703–724.

Tabela 1. Najstarsze szyby wykonane metodą mrożenia górotworu

Lp	kopalnia, miejscowość, kopalina	przekrój szybu [m]	liczba otworów mrożeniowych	głębokość otworów mrożeniowych [m]	głębienie szybu w ostrońie mrożenia [m]	czas prac
1	„Archibald”, Schneidlingen, węgiel brunatny	4,71x3,14	23	34–40	34–40	1883
2	szyb „Max”, Michalkowitz, węgiel kamienny	7x7	42	65–80	65–80	koniec 1883, zaprzestano prac mrożeniowych
3	„Emilie”, Finsterwalde, szyb odwadniający, węgiel brunatny	φ 2,68	11	0–38,5	4–38,5	IV 1884–IV 1885
4	„Emilie”, Finsterwalde, szyb wydobywczy, węgiel brunatny	3,1x4,3	16	0–36,5	10–36,3	II 1885–XII 1885
5	„Zentrum” Königswusterhausen, węgiel brunatny	2,35x4,0	17	0–33,5	16–33,25	I 1884–X 1884
6	„Houssu”, szyb 8, Belgia, węgiel kamienny	φ 4,0	20	54–76	54–77,8	VII 1895–XII 1887
7	„Jessenitz”, Lüththeen, sól potasowa	φ 5,0	20	0–70 0–80 0–100	7–77,5 125–180 (?)	IV 1886–III 1888
8	„Chapin”, Michigan, USA, ruda żelaza	4,72x5,03	30	0–30,48	0–30,48	ukończenie 1890
9	„Georgenberg”, Miasteczko Śląskie, ruda żelaza	3x4,5	b.d.	0–23,5	13,5–23,5	IV 1890–I 1891
10	„Lens”, szyb 10, Vendin-le-Vieil, Francja, węgiel kamienny	φ 5,0	29	0–42	25,63–42,74	1891–1892

Źródło: H.J. Joosten, *Die Entwicklung des Gefrierfahrens seit seiner ersten Anwendung im Jahre 1883*, „Glückauf, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift” 1906, nr 22, s. 703–724.

Sam wynalazca metody mrożenia górotworu nie wzbogacił się na swoim życiowym osiągnięciu. Jego firmy ogłosiły bankructwo w 1891 r. oraz 1894 r. Do 1899 r. nie otrzymał on żadnego zlecenia na terenie Niemiec. Jeden z jego współpracowników, Louis Gebhardt, założył w Nordhausen w 1898 r. firmę Gebhardt & Koenig (obecnie Schachtbau Nordhausen) i tylko do 1911 r. wykonał metodą mrożenia górotworu 52 szybów na terenie całej Europy, w tym obecnej Polski¹⁶, podczas gdy Poetsch przez 15 lat (w czasie gdy działała ochrona jego patentu) wykonał ich zaledwie 30¹⁷. Firma Gebhardt & Koenig nie miała

¹⁶ U. Mallis, R. Haase, op. cit., s. 5.

¹⁷ D. Hoffmann, op. cit., s. 714.

praktycznie żadnej konkurencji i przyniosła właścicielom fortunę, należy jednak wspomnieć, że Gebhardt rozwiązał wiele praktycznych problemów, jakie pojawiały się przy głębieniu szybów oraz rozwinął system mrożenia. Sam Poetsch zamieszkał w 1896 r. w Dreźnie, gdzie zmarł 9 czerwca 1902 r., w zasadzie zapomniany. Nigdy nie otrzymał żadnego medalu ani nagrody¹⁸. Dopiero w 1962 r. ukazała się pierwsza praca na jego temat¹⁹.

Typowy stosowany w latach czterdziestych XX w. w Niemczech, schemat instalacji mrozeniowej pokazano na Ryc. 4. Jako czynnik chłodzący wykorzystywano w niej nie amoniak (NH_3), a skroplony dwutlenek węgla (CO_2).

Metoda mrożenia górotworu nie uległa istotnym zmianom do II wojny światowej i wykorzystywana była prawie wyłącznie do głębienia szybów. W późniejszym czasie pojawiły się nowe metody obliczeniowe, poszerzeniu uległa również wiedza teoretyczna, co pozwoliło na rozszerzenie obszarów stosowania metody mrożenia górotworu na sztolnie oraz tunele. W latach 1990–2007 skorzystano z tej metody w 68 projektach na świecie²⁰.

Niestety nie udało się ustalić na podstawie dostępnych materiałów źródłowych zbyt wielu informacji dotyczących początków zastosowania metody mrożenia górotworu w górnictwie na terenach ziem polskich. Wiadomo jedynie, że po raz pierwszy na tym obszarze zastosował tę metodę sam Poetsch w 1883 r. przy głębieniu szybu Max kopalni w Michałkowicach (obecnie część Siemianowic Śląskich) i był to drugi taki szyb na świecie²¹. Pokład węgla znajdował się na głębokości ok. 80 m, a w stropie występowały od powierzchni: 14 m nawodnionego piasku, 19 m ilów, 19 m wapienia muszlowego oraz 28 m pstrego piaskowca. Jednak ze względu na bardzo powolne tempo prac wiertniczych otworów mrozeniowych oraz odwodnienie górotworu w skutek wykonania w pobliżu drugiego szybu, zaniechano robót mrozeniowych, a szyb ukończono bez większych problemów²². Siedem

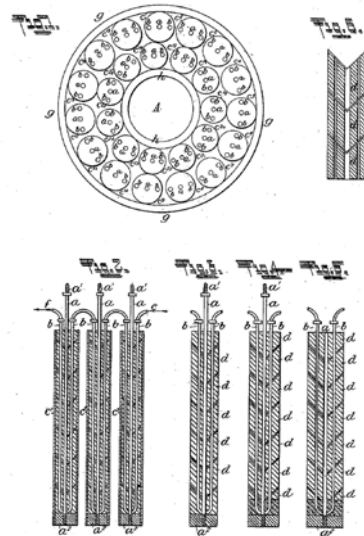
(No Model.)

F. H. POETSCH.

METHOD OF SINKING SHAFTS, BUILDING FOUNDATIONS, &c., IN AQUEOUS STRATA.

No. 363,419.

Patented May 24, 1887.



Ryc. 4. Schemat instalacji mrozeniowej (Źródło: C.H. Fritzsche, F. Heise, F. Herbst, *Lehrbuch der Bergbaukunde*, Berlin 1942). Objaśnienia: *Laugeleitung* – zasilanie ługiem, *Verdampfer* – parownik, *Nachkühler* – dochładzacz, *Berieselungskühler* – chłodnica natryskowa, K – kompresor, Lp – pompa ługu, R – zawór redukcyjny, Wp – pompa wodna, RI – pierścień zasilający, F – rura opadowa ługu, G – rura mrozeniowa, V – piwnica mrozeniowa, S – zbiornik ługu.

18 U. Mallis, R. Haase, op. cit., s. 5.

19 D. Hoffmann, *Acht Jahrzehnte Gefrierverfahren nach Poetsch. Ein Beitrag zur Geschichte des Schachtabteufens in schwierigen Fällen*, Essen 1962.

20 A. Sres, op. cit., s. 6.

21 D. Hoffmann, *Friedrich Hermann Poetsch*, s. 714; C. Matschoss, op. cit., s. 25.

22 H.J. Joosten, *Die Entwicklung*, s. 704–705.

lat później firma Poetscha wykonała kolejny szyb na Górnym Śląsku, tym razem dla kopalni rudy żelaza w Miasteczku Śląskim koło Tarnowskich Gór. Kopalnia ta, podobnie jak kopalnia w Michałowicach (podlegająca hucie żelaza „Laura”) należała do grafa Hugo Henckel von Donnersmarck z Siemianowic²³. Prace trwały łącznie około 9 miesięcy, z czego 2,5 miesiąca wiercenie otworów mrozeniowych, 4 miesiące mrożenie i 2,5 miesiąca drażnienie szybu o głębokości 23,5 m. W stropie złożyły się nawodnione piaski, które uniemożliwiały głębieńszy szyb tradycyjną metodą. Całkowity koszt wykonania szybu wyniósł 44 000 marek²⁴. Trzeci szyb na obszarze obecnej Polski wykonała już firma Gebhardt & Koenig, był to szyb I założonej rok wcześniej kopalni „Brzeszcze” pod Oświęcimiem. Prace rozpoczęto w lutym 1904 r. i trwały one równo rok. Szyb miał średnicę 4,5 m oraz głębokość 52 m. Wykonano 24 otwory mrozeniowe po okręgu o średnicy 7 m. Rok później ta sama firma wykonała szyb II o średnicy 5 m i głębokości 37 m²⁵. Metoda mrożenia górotworu była z pewnością stosowana w śląskich kopalniach również w kolejnych latach. Po zakończeniu II wojny światowej metoda wykorzystywana była stosunkowo często, zwłaszcza w kopalniach surowców chemicznych i w górnictwie węglowym w rejonie rybnickim. Do 1960 r. metodę zamrażania górotworu zastosowano w przypadku 10% głębieńszych szybów, a natomiast w latach 1971–1975 metoda ta była stosowana już w 50% głębieńszych szybów²⁶. Kostrz podaje liczbę 10 tys. mb. szybów wykonanych tą metodą w Polsce w latach 1945–1963, na ogólną liczbę 70 tys. mb. szybów²⁷. Metodę tę wykorzystano podczas głębieńszych wszystkich szybów KGHM (31 sztuk), ostatnim jest szyb GG-1 w Kwielicach o projektowanej głębokości 1351 m i średnicy w świetle obudowy 7,5 m. Mrożenie tego szybu rozpoczęto w 40 otworach w 2013 r., zakończenie budowy było przewidziane na 2021 r., lecz termin ten nie zostanie raczej dotrzymany²⁸.

Metoda mrożenia była wykorzystywana w górnictwie węgla brunatnego głównie w początkowych latach jej stosowania. Od ponad 80 lat dominuje w nim eksploatacja odkrywkowa, zatem nie ma już konieczności wykonywania szybów. Warto jednak podkreślić, że Poetsch pierwszą swoją instalację mrozeniową zbudował właśnie dla przegłębienia szybu w kopalni węgla brunatnego (kopalnia „Archibald” w Schneidlingen), a wśród pierwszych dziesięciu szybów cztery udostępniały tę kopalnię (Tabela 1). Jedyne (znane) przypadki zastosowania metody mrożenia górotworu w górnictwie węgla brunatnego na terenie dzisiejszej Polski to szyby kopalni „Bach” w Cybince. Szyby V i VI tejże kopalni zostały wykonane tą metodą w latach 1940–1941. Wybór metody był zapewne podyktowany zawadzeniem warstw nadkładu oraz stosunkowo dużą głębokością (ponad 90 m) zalegania pokładu węgla. Innym przykładem wykorzystania tej metody w górnictwie węgla brunatnego w podobnym czasie jest kopalnia w Morschenich (Nadrenia – Północna Westfalia), której szyb drażono w latach 1942–1943²⁹.

23 B. Kosmann, *Oberschlesien, sein Land, und seine Industrie. Festschrift für die XXIX. Haupt-Versammlung des Vereins Deutscher Ingenieure zu Breslau*, Gleiwitz 1888, s. 39.

24 H.J. Joosten, *Die Entwicklung*, s. 707.

25 *Ibid.*, s. 720–721.

26 E. Posytek, T. Wolańska, *Nowe zasady projektowania zamrażania górotworu (Artykuł dyskusyjny)*, „Projekty – Problemy Budownictwa Węglowego” 1978, nr 6, s. 5.

27 J. Kostrz, *op. cit.*, s. 7.

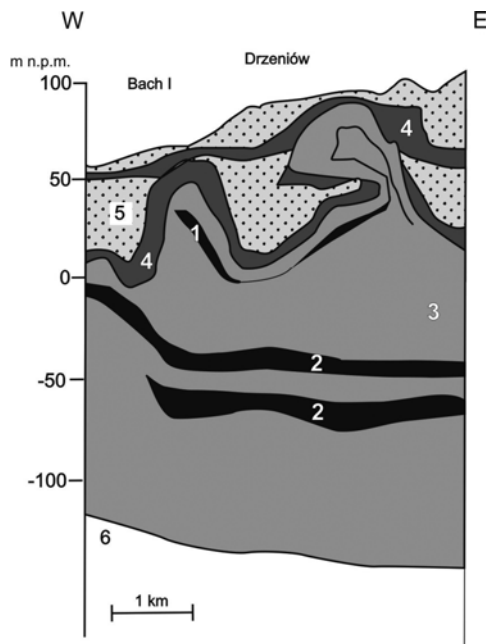
28 Budowa szybu GG-1 – w trakcie. Roboty szybowe. PeBeKa S.A., pebeka.com.pl/co-robimy/roboty-szybowe/budowa-szybu-gg-1-w-trakcie [dostęp 1.10.2019].

29 M. Menzerath, *Rheinische Braunkohle vor dem Tiefbau*, „Kölnische Rundschau” 20.10.1949.

Zastosowanie metody mrożenia górotworu w kopalni „Bach”

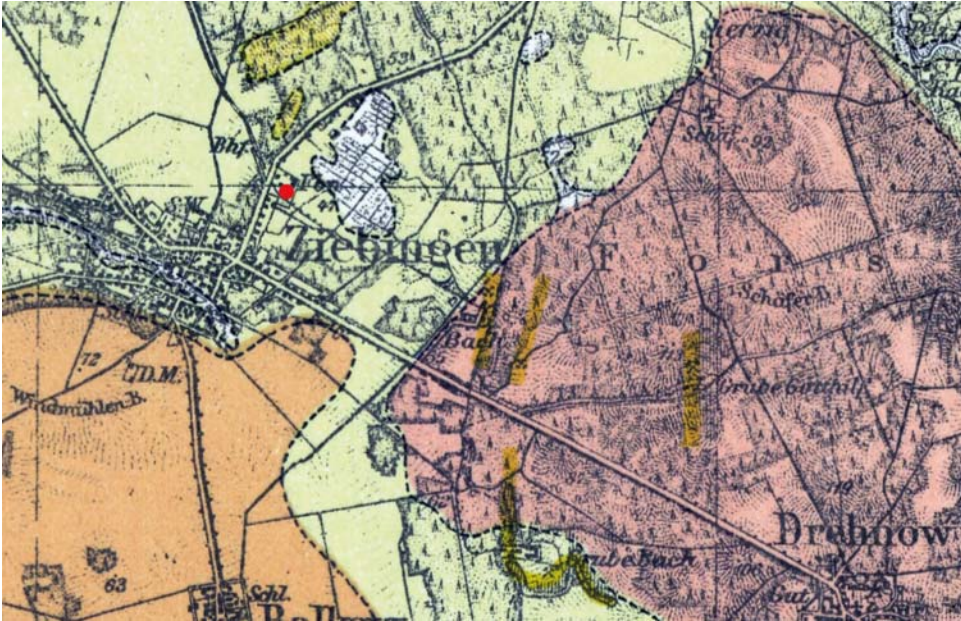
Kopalnia „Bach”³⁰ należąca do gwarectwa o tej samej nazwie, była jedną z największych kopalń węgla brunatnego w ówczesnej Brandenburgii. Jej początki sięgają 1861 r., kiedy to powstała w Cybince kopalnia „Laura”³¹, włączona później do kopalni „Bach”. Sama kopalnia „Bach” uzyskała pierwsze nadanie górnicze w 1864 r., a następnie przejęła okoliczne mniejsze kopalnie oraz pola górnicze w liczbie 68 sztuk³². Pietzsch w pracy z 1925 r. wspomina o działających w Cybince dwóch kopalniach: „Magdalena” oraz „Gotthilf”, należących do gwarectwa „Bach”³³.

Produkcja kopalni Bach w 1902 r. wyniosła 46,5 tys. ton przy zatrudnieniu 97 osób³⁴, a w 1937 r. 221 tys. ton przy zatrudnionych 432 osobach³⁵. Informacje na temat początków gwarectwa oraz samej kopalni „Bach” znaleźć można w pracy Cramera³⁶. O kopalni wspomina lakonicznie także Poborski³⁷, Suszyński³⁸ oraz Żaba³⁹. Najdokładniejszy jak dotąd opis historii górnictwa w okolicy Cybinki można znaleźć w pracy Gontaszewskiej⁴⁰. Kopalnia „Bach” w latach 40. XX. dysponowała kilkoma szczybami znajdującymi



Ryc. 5. Uproszczony przekrój geologiczny okolic szybu I kopalni „Bach” (Źródło: J. Jeziorski, *Zjawiska glacytektoniczne kształtujące podłoże osadów czwartorzędowych południowo-zachodniej części Ziemi Lubuskiej*, [w:] *Vlth Glacitectonics Symposium*, Zielona Góra 1989 ze zmianami). Objaśnienia: 1 – I pokład tużycy (in. Henryk, zaburzony glacytektonicznie), 2 – II pokład tużycy, 3 – osady mioceńskie (iły, mułki, piaski, węgle), 4 – plejstoceńskie gliny lodowcowe, 5 – plejstoceńskie piaski, 6 – osady oligoceńskie.

- 30 Nazwa najprawdopodobniej została nadana na cześć Jana Sebastiana Bacha, na co wskazują nazwy innych pól, np. „Mozart”.
- 31 Landeshauptarchiv Sachsen-Anhalt [LS-A], F 38, XVa L Nr. 25, *Berechtsame der Braunkohlenmutung „Laura” bei Drehnow und Ziebingen*.
- 32 LS-A, F 38, XVa B Nr. 292, Bl. 13, *Situationsriss zur Konsolidation von 68 Braunkohlenbergwerke zu einem einzigen Bergwerk „Bach” bei Ziebingen*.
- 33 K. Pietzsch, *Die Braunkohlen Deutschlands*, Berlin 1925, s. 387.
- 34 *Berliner Jahrbuch für Handel und Industrie*, Berlin 1903, s. 155.
- 35 J. Jaros, *Słownik historyczny kopalń węgla na ziemiach polskich*, Katowice 1984, s. 167; *Deutsches Bergbau Jahrbuch 1939*, Halle (Saale) 1939, s. 65.
- 36 H. Cramer, *Beiträge zur Geschichte des Bergbaues in der Provinz Brandenburg, Heft 1, Kreis Sternberg*, Halle 1872.
- 37 C. Poborski, *Geologia złóż węgla brunatnego*, [w:] *Węgiel brunatny w Zachodniej Polsce*, Katowice 1949, s. 39.
- 38 K. Suszyński, *Węgiel brunatny w planie 3-letnim*, „Przegląd Górniczy” 1946, nr 1–4, s. 38.
- 39 J. Żaba, *Historia eksploatacji surowców mineralnych*, [w:] *Surowce mineralne Ziemi Lubuskiej*, red. S. Kozłowski, Warszawa 1978.
- 40 A. Gontaszewska, *Z historii górnictwa węgla brunatnego w Cybince (Ziemia Lubuska)*, „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki” t. 61, 2016, nr 1, s. 147–166.

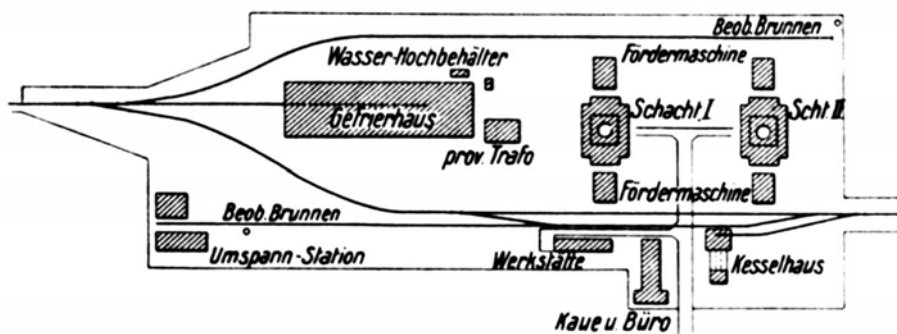


Ryc. 6. Fragment mapy geologiczno-morfologicznej z 1931 r. Zaznaczono lokalizację omawianych szybów. Widoczne siódła węglowe eksploatowane na wschód od miasta. (Źródło: Geologisch-morphologische Übersichtskarte der südlichen Neumark und angrenzender Gebiete, Berlin 1931).

się na wschód od miasta Cybinka. Szyby te eksploatowały zaburzony glacitektonicznie pokład (niem. *Oberflöz*, I pokład łuzycycki, I środkowopolska grupa pokładów, zwany w Polsce Zachodniej pokładem Henryk). Pokład ten zalegał bardzo nierównomiernie, tworząc fałdy i łuski (Ryc. 5). Eksploatacja tak zaburzonego pokładu wymagała drążenia coraz to nowych szybów, gdyż zasięg złoża udostępnionego pojedynczym szybem był niewielki. Zapewne dlatego właśnie, a także z powodu kończących się zasobów pokładu górnego, gwarectwo „Bach” zdecydowało o udostępnieniu głębszego pokładu węgla zalegającego w miarę horyzontalnie, o miąższości węgla sięgającej 7–8 m. Wymagało to jednak wydrążenia znacznie głębszego szybu niż dotychczasowe. Pokład ten, bardzo dobrze rozpoznany wierceniami w latach pięćdziesiątych oraz sześćdziesiątych XX w. należy do II łuzycyckiej grupy pokładów (inaczej: pokład łuzycycki, niem. *Unterflöz*), według starszej nomenklatury zwanej ścinawską⁴¹.

W 1939 r. gwarectwo zdecydowało o udostępnieniu dolnego pokładu węgla (II pokład łuzycycki) nowym szybem. Zaprojektowano go w miejscu, gdzie prawie poziomy pokład łuzycycki tworzy lekkie wybrzuszenie, tuż przy fabryce brykietów, a więc na terenie miasta (Ryc. 6). Zasoby węgla, możliwe do wybrania nowym szybem, oceniano na 20 mln

41 E. Ciuk, *Zasobność węglowa miocenu środkowego w rejonie Bieganowa na zachód od Cybinki w województwie zielonogórskim*, „Technika Poszukiwań Geologicznych” 1986, nr 2, s. 44–46; J. Jeziorski, *Zjawiska glacitektoniczne kształtujące podłoże osadów czwartorzędowych południowo-zachodniej części Ziemi Lubuskiej*, [w:] *VIth Glacitectonics Symposium*, Zielona Góra 1989, s. 67; K. Urbański, S. Skompski, *Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, Arkusz Cybinka (499)*, Warszawa 2012, s. 12.



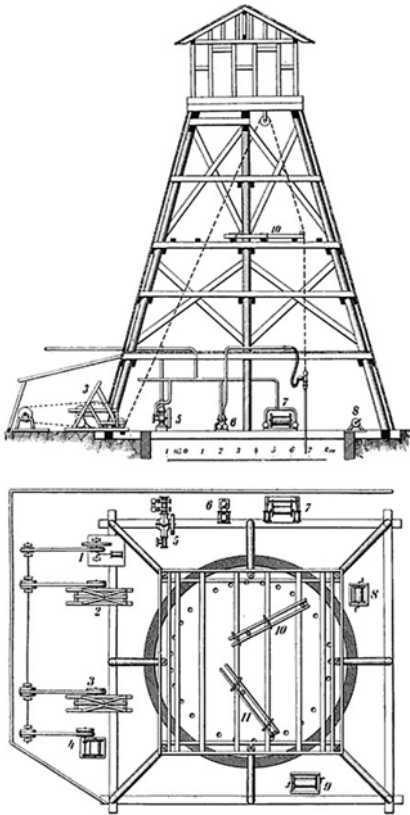
Ryc. 7. Zagospodarowanie placu budowy podczas mrożenia dwóch szybów (Źródło: C.H. Fritzsche, F. Heise, F. Herbst, *Lehrbuch der Bergbaukunde*, Berlin 1942, s. 229). Objaśnienia: *Wasser-Hochbehälter* – zbiornik wody tłocznej, *Fördermaschine* – maszyna wyciągowa, *Gefrierhaus* – budynek stacji mrożenia, *prov. Trafo* – tymczasowy transformator, *Schacht I* – szyb I, *Beob. Brunnen* – otwór obserwacyjny, *Umspann-Station* – stacja transformatorów, *Werkstätte* – warsztat, *Kesselhaus* – kotłownia, *Kaue u. Büro* – łaznia i biuro.

ton. Ze względu na warunki geologiczne (ok. 65 m glin i nawodnionych piasków w nadkładzie) oraz bliskość budynków brykietowni zdecydowano o głębieniu szybu metodą mrożenia górotworu. Istotną była także możliwość wykonania szybu murowanego, a nie w obudowie stalowej (tubingowej). Poniższy opis prac górniczych pochodzi z artykułu autorstwa dyrektora kopalni, N. Nicolai, zamieszczonego w 1943 r. w czasopiśmie branżowym „Braunkohle”⁴². Zaprojektowano dwa szyby: szyb wydobywczy „Bach V” o średnicy 5 m i głębokości 92 m, o obudowie murowej o grubości na 3 cegły, oraz szyb wentylacyjny „Bach VI” o średnicy 2,3 m i głębokości 91 m, w obudowie murowej o grubości na 2 cegły. Szyby zlokalizowano w odległości 45 m od siebie, tak aby podczas drążenia można było korzystać z jednej stacji mrożenia górotworu. Przykład zagospodarowania placu budowy przy mrożeniu dwóch szybów w bliskiej odległości od siebie przedstawiono na Ryc. 7.

Natomiast na Ryc. 8 przedstawiono typową wieżę do drążenia szybu metodą mrożeniową. Istotnym szczegółem w tym przypadku jest fakt, że w powyższym rozwiązaniu otwory mrożeniowe były wiercone metodą dłutowania, tak jak w przypadku szybów w kopalni „Bach”. Metoda ta, tańsza w eksploatacji i prostsza w stosunku do metody wiercenia obrotowego, dobrze spisywała się w skałach mało zwięzłych, ale jej mankamentem było stosunkowo duże odchylenie wykonywanego otworu od pionu oraz „rozbijanie” otworu na boki przez dłuto.

Prace przy drążeniu szybów rozpoczęto w kwietniu 1940 r. od szybu wentylacyjnego „Bach VI”. Prace objęły kolejno: roboty przygotowawcze, budowę systemu mrożenia (w tym piwnicy mrożeniowej), wiercenie 13 otworów mrożeniowych, mrożenie górotworu, głębienie szybu, wymurowanie szybu oraz wykonanie podszybia. Prace trwały do końca 1941 r. Wiercenie 20 otworów mrożeniowych szybu „Bach V” rozpoczęto w listopadzie

42 N. Nicolai, *Erfahrungen beim Abteufen von Gefrierschächten auf der Gewerkschaft Bach*, „Braunkohle” 1943, nr 44/45, s. 431–436.



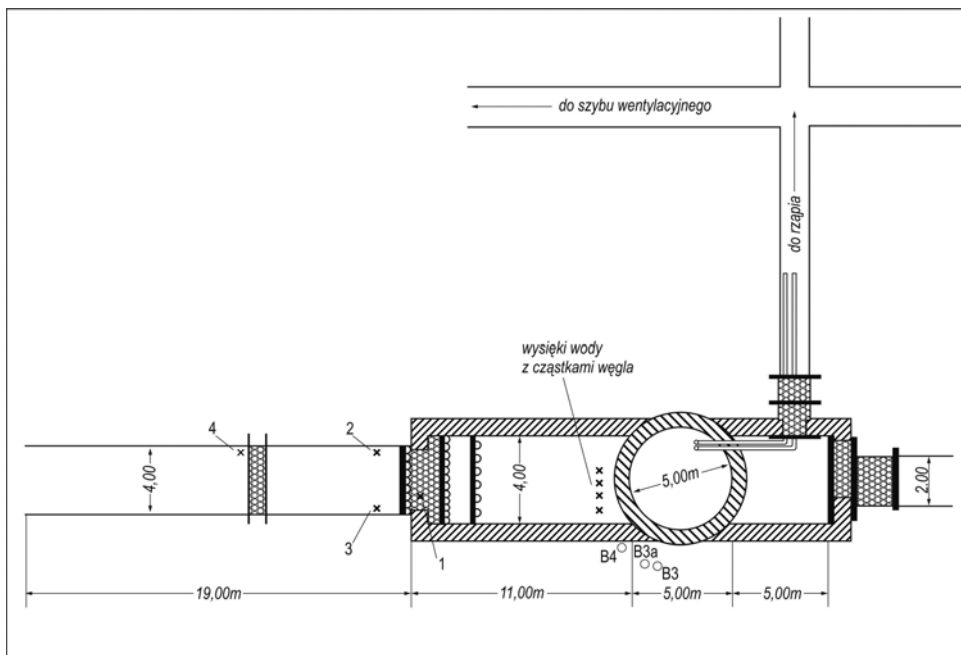
Ryc. 8. Wieża wiertnicza szybu wykonywanego metodą mrożenia (F. Heise, F. Herbst, *Lehrbuch der Bergbaukunde mit besonderer Berücksichtigung des Steinkohlenbergbaus*, t. 2, Berlin – Heidelberg 1910, s. 209). Objasnienia: 1, 4 – maszyny napędowe kołowrotów, 2, 3 – kołowroty wiertnicze, 5, 6 – pompy płuczkowe, 8, 9 – ręczne kołowroty, 7 – przewód doprowadzający parę, 10, 11 – prowadnice sań wiertniczych.

w kierunku wschodnim. Następnie wymurowano 10 m chodnika z podszybia i zaczęto drążyć podwójny chodnik w typowej obudowie drewnianej odrzwiowej dwustojakowej (niem. *Türstock*). Po wykonaniu 19 m chodnika, 30 kwietnia 1942 r., pojawiły się w spągu wschodniego podszybia szczeliny, ok. 0,3 m od obudowy ociosów (Ryc. 9). Z rys wypływała niewielka ilość mętnej wody. Dno podszybia zostało uszczelnione drewnem. Kolejne rysy pojawiły się dwa dni później w innej części podszybia. W wielu miejscach zanotowano wysięki wody, łączono je początkowo z warstwą wodonośną, która mogła znajdować się poniżej spągu chodnika. Jednak odwierty wykonane do głębokości 4,5 m pozostały suche. Ilość napływającej wody i szlamu zwiększała się, próby budowania tam nie powiodły się i po kilku dniach całe podszybie zostało zalane. Dla ratowania pozostałych chodników oraz szybu wentylacyjnego wykonano obudowę spągu (w celu jego zamknięcia) z podkładów kolejowych, które wbudowano pod obudowę murową i całkowicie zatopiono szyb

1940 r. W lipcu 1941 r. rozpoczęto głębienie szybu wydobywczego, a całość zamknęto wykonanie w grudniu 1941 r. podszybia po obu stronach szybu na długości 5 m każdy. Prawie wszystkie prace zostały wykonane przez francuskich jeńców wojennych, a ich liczba sięgała 60 osób. Koszty głębienia obu szybów zamknęły się w kwocie 800 000 RM (*Reichsmark*), w tym koszt mrożenia i głębienia szybów wyniósł 440 000 RM. Chodniki na podszybiu, ze względu na twardość węgla, drążono za pomocą młotów pneumatycznych. Jeden z odcinków wykonano nawet próbnie bez obudowy, ze sklepieniem łukowym. Podczas drążenia wyrobisk podszybia nie obserwowano prawie w ogóle deformacji spągu chodników. Łącznie, w rejonie podszybia szybów „Bach V” oraz „Bach VI” wydrążono 1100 mb chodników.

Katastrofa w szybie wydobywczym „Bach V”

Wykonanie podszybia szybu wentylacyjnego odbiegało od projektu i wymagań, co spowodowało deformację jego spągu (wybrzuszenie), wywołane rozprężeniem zalegającego w nim pokładu węgla. Już kilka dni po zakończeniu robót na podszybiu doszło do wypiętrzenia spągu o 0,7 m, co spowodowało całkowite zniszczenie obudowy murowej w tym rejonie. W lutym 1942 r. ponownie wymurowano podszybie i przedłużono je o 5 m

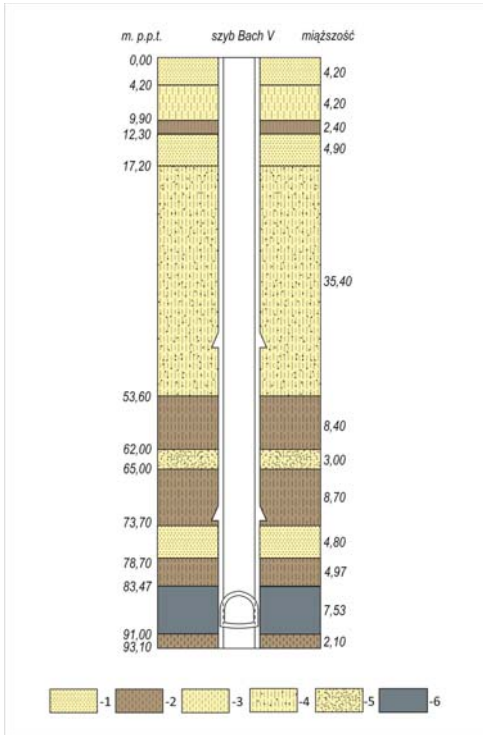


Ryc. 9. Szkic podszycia szybu „Bach V” z zaznaczeniem uszkodzeń, stan od 30 kwietnia do 7 maja 1943 r. (opracowany na podstawie: N. Nicolai, *Erfahrungen beim Abteufen von Gefrierschachten auf der Gewerkschaft Bach*, „Braunkohle” 1943, nr 44/45, s. 431–436). Objasnienia: 1–4 – miejsca kolejnych przecieków wody; B3, B3a, B4 – otwory mrożeniowe.

wydobywcy. Wykonano także kolejne tamy z podkładów kolejowych, a szyb wydobywczy „Bach V” podsadzono piaskiem, aby zapobiec tworzeniu się pustych przestrzeni za mурowaną obudową szybu i tym samym uratować ją przed zniszczeniem.

Pomimo podjętych starań w maju 1942 r. kolejne tamy zostały przerwane i woda z szybu wydobywczego przedostała się do chodnika odwadniającego, prowadzącego do rzepia (Ryc. 9). Następnie napływająca woda uszkodziła przewody oraz rury pomp odwadniających. Napływ wody sięgał 3 m³ na minutę i w ciągu 3 godzin jej poziom osiągnął 52 metry. Woda wdarła się do budynków kopalni, a na skutek działania ciśnienia w warstwie zawodnionej woda wytryskiwała szybem wentylacyjnym wyżej niż wieża wydobywczą. W celu ratowania szybów pompowano do nich wodę, aby wywołać przeciwcisnienie. Po krótkim czasie woda ustabilizowała się na poziomie odpowiadającym zwierciadłu wód gruntowych (brak danych na temat konkretnej głębokości). Szyb wydobywczy został wypełniony szlamem do wysokości 14 m nad podszyciem (74 m poniżej powierzchni terenu).

Ustalono, że piasek, który wraz z wodą wpłynął do szybu wydobywczego „Bach V”, był wieku plejstoceńskiego (niem. *diluvial*), zatem nie mógł pochodzić z najbliższego sąsiedztwa pokładu węgla. Pokładowi węgla brunatnego zarówno w stropie, jak i w spągu towarzyszyła warstwa nieprzepuszczalnego ilu o miąższości ok. 5–8 m. (Ryc. 10). Jedyńm połączeniem warstwy zawodnionych piasków z pokładem węgla były otwory mrożeniowe. Po zakończeniu mrożenia, wskutek odtajania pierścienia zamrożonego gruntu nastąpiło uwolnienie z niego wody (proces ten prawdopodobnie był spowodowany przez ekstremal-



Ryc. 10. Profil geologiczny szybu „Bach V” wraz z obudową (opracowany na podstawie: N. Nicolai, *Erfahrungen beim Abteufen von Gefrierschächten auf der Gewerkschaft Bach*, „Braunkohle” 1943, nr 44/45, s. 431–436). Objasnienia: 1 – piasek drobny, 2 – il, 3 – piasek zailony, 4 – piasek z wkładkami gliny, 5 – il piaszczysty z kamieniami; 6 – węgiel brunatny.

wymurówki podszycia, co ułatwiło przedarcie się wody pod ciśnieniem przez warstwę twardego węgla. Ułatwiło to także rozprężenie się węgla w spągu podszycia.

W kolejnych miesiącach po katastrofie rozpoczęto udrażnianie zniszczonego szybu wydobywczego. W celu zamknięcia dopływu wody wykonano tzw. ścianę mrozeniową we wschodnim podszyciu, składającą się z 13 otworów mrozeniowych w dwóch rzędach. Pierwszy rząd znajdował się w przewierconej murowanej obudowie podszycia, a drugi w chodniku do niego dochodzącym. W kwietniu 1943 r. rozpoczęto mrożenie, a na czerwiec zaplanowano stopniowe odpompowanie wody z obu zalanych szybów, usunięcie szlamu z podszycia i wymurowanie zabezpieczeń. Zaprojektowano także wykonanie 11 otworów odwadniających (studni depresyjnych) górotwór dookoła szybu. Powinny one (wraz z filtrami umieszczonymi w chodnikach) zapewnić całkowite bezpieczeństwo eksploatacji szybu. Niestety brak jest informacji na temat powodzenia zaplanowanych prac, nie zachowały się bowiem żadne dokumenty związane z kopalnią z tego okresu działalności. Jedyne, bardzo skąpe informacje o szybach „Bach V” oraz „Bach VI” znaleźć można w powojennych opisach kopalni.

nie niskie temperatury zimą 1941/42 r.). Woda początkowo pojawiła się w spągu chodnika, gdzie nie było obudowy murowanej z cegły, a następnie przedarła się do podszycia. Nicolai w swoim artykule podał prawdopodobne przyczyny, które doprowadziły do katastrofy w szybie „Bach V”⁴³:

1. Ze względu na problemy przy wierceniu otworu mrozeniowego nr 3 (tzw. ucieczka płuczki), odwiercono w jego pobliżu dodatkowy otwór 3a. Na skutek odchylenia otworów od pionu, odległość między nimi na głębokości 65 m wyniosła zaledwie 27 cm;

2. Otwory mrozeniowe rurowano zaledwie do głębokości 17 m;

3. Ze względu na tzw. bicie świdra dłutowego otwory miały owalny kształt;

4. Otwory o hipotetycznej średnicy 181 mm orurowano kolumną rur o średnicy 134 mm;

5. Il znajdujący się w nadkładzie pokładu węgla nie miał zdolności pęczniących, zatem wykonane otwory nie uległy zakleszczeniu;

6. Otwory mrozeniowe 3, 3a oraz 4 znajdowały się w odległości ok. 0,5–1,0 m od

43 Ibid.

Kopalnia „Bach” bardzo mocno ucierpiała w skutek działań wojennych oraz dewastacji powojennej. Uciekający w lutym 1945 r. pracownicy celowo wyłączyli pompy odwadniające, co doprowadziło do zalania wszystkich szybów kopalni. Zachował się krótki opis kopalni z maja 1946 r. autorstwa A. Patli, który z ramienia władz wizytował wszystkie kopalnie węgla brunatnego na Ziemiach Odzyskanych. W raporcie podał:

Obszerny plac kopalniany, posztaplowane stojaki akacyjne. Na wprost główny szyb wydobywczy, urządzenia sortowni i brykietowni. Liczne rurociągi opasujące pierścieniem szyb, pompy głębinowe tkwiące w otworach. Maszyna wyciągowa wymontowana i wywieziona, urządzenie elektrowni i brykietowni zdekompletowane⁴⁴.

Opis ten dotyczy zapewne szybu wydobywczego „Bach V”, który znajdował się tuż obok brykietowni, a przywołane w opisie „pompy w otworach” to zapewne fragmenty instalacji odwadniającej teren wokół szybu. Opis stanu kopalni sporządzony przez A. Patlę może świadczyć, że kopalnia na tym szybie nie wznowiła eksploatacji węgla brunatnego do 1945 r. Inny opis kopalni, autorstwa dyrektora Zjednoczonych Kopalni Węgla Brunatnego i Fabryk Brykietów Ziemi Lubuskiej inż. Kazimierza Nagella znajduje się we wniosku z 9 kwietnia 1946 o przyznanie dotacji na uruchomienie kopalni⁴⁵. Inżynier Nagell pisał:

Kopalnie i fabryka brykietów dawnej spółki akcyjnej „Bach” [...] były najpotężniejszym przedsiębiorstwem tej gałęzi przemysłowej na Ziemi Lubuskiej. Dwa szyby pionowe zostały dopiero wybudowane, urządzenia wyciągowe jeszcze nie wmontowane. Pracowało tam normalnie 500 pracowników, a przewidywano wzrost załogi do 1500 ludzi po uruchomieniu nowych szybów.

Znajduje się tam również informacja o szybie „Bach V” o głębokości 92 m i miąższości pokładu ok. 6 m. Według autora notatki, w 1944 r., przy próbie połączenia szybu „Bach V” chodnikiem transportowym z innym szybem, do podszybia wdarła się ponownie woda i zatopiła oba szyby: wydobywczy i wentylacyjny. Obecnie nie jest możliwa weryfikacja tej informacji. Nagell wspomina również o szybie VIII położonym około 1 km na wschód, również o głębokości 92 m, wykonanym w 1944 r. Szyb ten także miał zostać zalany przez wody podziemne. Jeszcze inna notatka z 1946 r., nieznanego autora, opisuje dokładniej wszystkie szyby kopalni „Bach”⁴⁶. Autor pisze następująco:

Obecnie są 4 szyby czynne: jeden przy fabryce, 2 w lesie, i jeden system pochylni. Oprócz tego jest jeden szyb wysadzony i dwa wyeksploatowane. Szyb nr 5 przy fabryce głęboki na 92 m, pokład 30 m gruby, wewnątrz są trzy pompy po 1000 l/min. Kolejka łańcuchowa 700 m, ok. 150 wagoników, węgiel wybierano warstwami po 4 m. Szyb nr 6 obok lasu, głęboki na 25 m, pokład na 4 m gruby, wewnątrz 5 pomp jak w szybie nr 5; Szyb nr 7 (4) przy lesie, głęboki na 50 m, pokład do 30 m gruby, wewnątrz są 3 pompy oraz kolejka obsługiwana przez ludzi. Szyb ten jest nowo-

44 A. Patla, *Gorący rok. Wspomnienia inżyniera górnika z Ziemi Zachodnich 1945–1946*, Katowice 1967, s. 175.

45 Archiwum Państwowe w Zielonej Górze [APZG], 89/2099/0/1/1, *Dokumentacja techniczna – opis technologiczny kopalni Cybinka*.

46 APZG, 89/410/0/1/1, *Otwarcie bilansu oraz plan zaopatrzenia i opisy kopalni Cybinka*.

otwarty i miał mieć łączność z szybem nr 5; Szyb nr 8, 92 m głębokości, pokład do 30 m, posiada 3 lub 4 pompy, jest to szyb nowootwarty. Szyb nr 9 w lesie, pochylnia do 25 m, wyciąg linowy na dwa wózki, pomp nie ma (szyb ten nie był zalewany wodą), również nowootwarty.

Do opisu tego należy pochodzić ostrożnie, gdyż musi on pochodzić z drugiej ręki. W 1946 r. autor nie miał możliwości zobaczenia wagoników czy pomp znajdujących się w zatopionych szybach. Nieprawdziwa jest również informacja o 30 m miąższości pokładu węgla. W obu opisach pojawia się jednak informacja o szybie nr 8, który został oddany do użytku pod koniec wojny, udostępniającym ten sam pokład co szyb „Bach V”. Nie wiadomo, czy w czasie jego drążenia wykorzystano technikę mrożenia górotworu, ani gdzie dokładnie się znajdował. Nie wspomina o nim artykuł Nicolai z 1943 r. (autor musiałby posiadać taką wiedzę jako dyrektor gwarectwa, ponadto czas wykonywania takiego szybu wraz z mrożeniem trwa około 2 lata). W miejscu jego prawdopodobnej lokalizacji znajdują się obecnie zapadliska zalane wodą. Możliwe zatem, że informacja o głębokości szybu nie jest prawdziwa i udostępniał on jedynie pierwszy, płytszy pokład węgla. Warto także wspomnieć, że podobne katastrofy miały już miejsce wcześniej. Zbliżony problem pojawił się już w 1885 r. w szybach kopalni węgla brunatnego „Emilie” (Tabela 1). Szyby wykonano bez problemów do zakładanej głębokości, jednak po osiągnięciu pokładu węgla woda z niego wdarła się do szybu. Szyb przed zalaniem uratowało zabetonowanie jego dna. Prawdopodobną przyczyną były zbyt krótkie otwory mrożeniowe, które zagłębiono zaledwie 0,5 m w pokładzie węgla. Również na kolejnym zadaniu Poetscha – szybie kopalni węgla brunatnego „Zentrum” w Königswusterhausen wystąpił problem z zalewaniem szybu wodą podziemną. Woda przedostawała się zarówno z nadkładu węgla (30 m zawodnionego piasku), jak i spod dna szybu, gdzie nie sięgało już mrożenie. Dopływ wody spowodował dodatkowo rozmrożenie górotworu przed ukończeniem prac. W ciągu dwuletniej pracy pomp odwodnieniowych dopływ wody nie zmniejszał się, co spowodowało ostatecznie likwidację szybu⁴⁷.

Zakończenie

Historia kopalni „Bach” jest interesująca z kilku powodów. Po pierwsze na tej kopalni po raz pierwszy i prawdopodobnie jedyny na obecnych ziemiach polskich zastosowano metodę mrożeniową podczas głębieńszybów w górnictwie węgla brunatnego. Po drugie kopalnia ta jako jedna z nielicznych podjęła próbę eksploatacji głębinowej złoża węgla brunatnego na stosunkowo dużej głębokości – ok. 80 m. Po trzecie, z punktu widzenia rozwoju techniki górniczej, bardzo wartościowy jest opis próby ratowania kopalni przed jednym z najgroźniejszych żywiołów, jakim jest woda.

Choć górnictwo węgla brunatnego było szeroko rozwinięte w tej części kraju (kopalnie funkcjonowały w okolicy Zielonej Góry, Sulęcina, Świebodzina czy też Frankfurtu), to najczęściej węgiel był eksploatowany z pokładów płytko zalegających lub nawet

47 D. Hoffmann, *Friedrich Hermann Poetsch*, s. 714.

metodą odkrywkową na wychodniach złoże. Płytko występujący i zaburzony glacictektonicznie pokład Henryk (inaczej I środkowopolska grupa pokładów, niem. *Oberflöz* lub I pokład łuzycy) zalegał bardzo nierównomiernie, tworząc fałdy oraz łuski. Eksploatacja tak zaburzonego pokładu wymagała drążenia coraz to nowych szybów, gdyż zasięg złoże udostępnionego pojedynczym szybem był niewielki. Takie zaleganie pokładu nie pozwalało także na rozwinięcie bardziej nowoczesnych systemów eksploatacyjnych i było ekonomicznie niewydajne. Mając do dyspozycji pokład bardziej regularny, niezaburzony tektonicznie, rokujący możliwość prowadzenia efektywnej eksploatacji, dyrekcja kopalni podjęła wyzwanie udostępnienia do eksploatacji II pokładu węgla (II łuzycy grupa pokładów niem. *Unterflöz* lub II pokład łuzycy). Wiązało się to z trudnościami, jakie należało pokonać przy przechodzeniu szybem warstw zawodnionych. Kierownictwo kopalni podjęło decyzję o zastosowaniu metody mrożeniowej przy drążeniu szybów. Niestety wiązało się to z dużymi kosztami, a także trudnościami technicznymi, które należało pokonać. Tocząca się wojna z jednej strony wzmogła zapotrzebowanie na surowce energetyczne i dawała szansę na znalezienie taniej siły roboczej, ale z drugiej strony ograniczała możliwości pozyskania środków materialnych: rur stalowych, materiałów budowlanych itp. niezbędnych do prawidłowej realizacji podjętej inwestycji. Wypadek, a właściwie katastrofa budowlana, jaka miała miejsce tuż przed oddaniem do eksploatacji szybów „Bach V” oraz „Bach VI” może być ciekawym studium, jak powyższe czynniki mogą wpływać na końcowy efekt podjętych działań inwestycyjnych. Zapewne trudności z pozyskaniem rur stalowych (był to czas wojny) i być może chęć zaoszczędzenia na kosztach materiałowych spowodowały, że rury mrożeniowe, niezgodnie z wszelkimi zasadami mrożenia górotworu zamiast około 70 m miały tylko 17 m długości. Nicolai w swoim artykule nie podaje, do jakiej głębokości było prowadzone mrożenie skał. Nie wiadomo także, w jaki sposób była wykonana obudowa szybu, który uległ katastrofie, gdyż opisy są sprzeczne: autor podaje, że obudowę wykonano na 3 cegły, natomiast z zamieszczonego w artykule rysunku wynika, że grubość obudowy wynosiła 0,5 m, co wskazuje że murowano ją na dwie cegły⁴⁸. Brak również informacji, jakiego typu cegiel użyto, a także na jakiej zaprawie je układano. W tych warunkach geologicznych zasadne było zastosowanie żelaznej obudowy tubingowej lub obudowy dwuwarstwowej z przegrodą hydroizolacyjną. Wątpliwości wzbudza również informacja, że w obrębie podszybia obudowa murowa nie była zamknięta płytą spągową, a na niektórych odcinkach wyrobiska były prowadzone w ogóle bez obudowy. Większość z powyższych przyczyn katastrofy Nicolai wymienił w swoim artykule⁴⁹. Prawidłowo zdiagnozował przyczynę wdarcia się wody do szybu: nieprawidłowo wykonane i zlikwidowane otwory mrożeniowe. Problem przedostawania się otworami mrożeniowymi wody oraz tzw. kurzawki był znany już wcześniej. Praktykowano m.in. pozostawianie rur w górotworze wraz z ich zacementowaniem lub wypełnienie gliną, co miało miejsce np. szybach kopalni węgla kamiennego Carl Alexander oraz Carolus Magnus w Aachen⁵⁰. Również brak dokładnego rozpoznania hydrogeologicznego złoże w rejonie głębionych

48 Standardowy wymiar cegły to 0,24 m, zatem grubość obudowy na trzy cegły wraz z zaprawą powinna wynosić ok. 0,74 m, por. E. Kopiec, *Murarz kopalniany*, Katowice 1964.

49 N. Nicolai, op. cit., s. 435–436.

50 G. Marbach, *Vorzüge und Nachteile des Ziehens der Gefrierrohre*, „Glückauf, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift” 1940, nr 19, s. 268.

szybów mógł być powodem późniejszych błędów popełnionych podczas drążenia szybów oraz wyrobisk podszybia. Może o tym świadczyć profil szybu „Bach V” pokazany na Ryc. 9, na którym brak jest podstawowych informacji o zawodnieniu warstw i ciśnieniach panujących w warstwach wodonośnych. Z dalszego opisu skutków katastrofy wynika jasno, że przynajmniej jeden z poziomów wodonośnych musiał charakteryzować się zwierciadłem napiętym, skoro woda tryskała z szybu ponad wieżę wyciągową, tj. co najmniej na 12–15 m wysokości. Opis akcji ratunkowej w szybie i wyrobiskach podszybia świadczy o dużej determinacji zarządzających kopalnią w Cybince, chęci uratowania nowych szybów kopalni i rozpoczęciu w nich wydobywania. Podjęte działania, zwłaszcza powtórne mrożenie skał wokół szybu „Bach V” oraz sztuczne obniżenie poziomu wody w warstwach zawodnionych przez dodatkowe otwory rokowały skuteczność i dawały szansę na eksploatację szybów. Zbliżający się front prawdopodobnie uniemożliwił doprowadzenie podjętych działań do końca. Zniszczenia wojenne i grabież wyposażenia technicznego kopalni i towarzyszącej jej fabryce brykietów uniemożliwiły wznowienie wydobywania. Kopalnia popadła w ruinę, a jej infrastruktura powierzchniowa uległa stopniowemu zniszczeniu. Kopalnia w Cybince, podobnie jak większość kopalń węgla brunatnego w województwie, przeszła do historii.

Bibliografia

Źródła archiwalne

Archiwum Państwowe w Zielonej Górze:

89/2099/0/1/1: *Dokumentacja techniczna – opis technologiczny kopalni Cybinka*;

89/410/0/1/1: *Otwarcie bilansu oraz plan zaopatrzenia i opisy kopalni Cybinka*.

Landeshauptarchiv Sachsen-Anhalt:

F 38, XVa B Nr. 292, Bl. 13: *Situationsriss zur Konsolidation von 68 Braunkohlenbergwerke zu einem einzigen Bergwerk "Bach" bei Ziebingen*.

F 38, XVa L Nr. 25: *Berechsamkeit der Braunkohlenmutung "Laura" bei Drehnow und Ziebingen*.

Źródła drukowane

Berliner Jahrbuch für Handel und Industrie, Berlin 1903.

Cramer H., *Beiträge zur Geschichte des Bergbaues in der Provinz Brandenburg, Heft 1, Kreis Sternberg*, Halle 1872.

Deutsches Bergbau Jahrbuch 1939, Halle (Saale) 1939.

Geologisch-morphologische Übersichtskarte der südlichen Neumark und angrenzender Gebiete, Berlin 1931.

Kosmann B., *Oberschlesien, sein Land, und seine Industrie. Festschrift für die XXIX. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure zu Breslau*, Gleiwitz 1888.

Matschoss C., *50 Jahre Ingenieur-Arbeit in Oberschlesien*, Berlin 1907.

Menzerath M., *Rheinische Braunkohle vor dem Tiefbau*, „Kölnische Rundschau” 20.10.1949.

Poetsch F.H., *Method of Sinking Shafts, Building Foundations, &c, in Aqueous Strata*, Letters Patent No. 363.419, United States Patent Office, 1887.

Literatura przedmiotu

- Ciuk E., *Zasobność węglowa miocenu środkowego w rejonie Bieganowa na zachód od Cybinki w województwie zielonogórskim*, „Technika Poszukiwań Geologicznych” 1986, nr 2, s. 42–47.
- Fritzsch C.H., Heise F., Herbst F., *Lehrbuch der Bergbaukunde*, Berlin 1942, DOI 10.1007/978-3-642-90701-2.
- Gontaszewska A., *Z historii górnictwa węgla brunatnego w Cybince (Ziemia Lubuska)*, „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki” t. 61, 2016, nr 1, s. 147–166.
- Heise F., Herbst F., *Lehrbuch der Bergbaukunde mit besonderer Berücksichtigung des Steinkohlenbergbaus*, t. 2, Berlin – Heidelberg 1910.
- Hoffmann D., *Friedrich Hermann Poetsch und das Gefrierverfahren*, „Glückauf, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift” 1942, nr 48, s. 713–714.
- Hoffmann D., *Acht Jahrzehnte Gefrierverfahren nach Poetsch. Ein Beitrag zur Geschichte des Schachtabteufens in schwierigen Fällen*, Essen 1962.
- Hoffmann L., *Schächte*, [w:] *Die Entwicklung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlen-Bergbaues in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts*, t. 3, Berlin – Heidelberg 1903, DOI 10.1007/978-3-642-99739-6.
- Jaros J., *Słownik historyczny kopalń węgla na ziemiach polskich*, Katowice 1984.
- Jeziorski J., *Zjawiska glacytektoniczne kształtujące podłoże osadów czwartorzędowych południowo-zachodniej części Ziemi Lubuskiej*, [w:] *VIth Glacitronics Symposium*, Zielona Góra 1989.
- Joosten H.J., *Die neuste Anwendung des Gefrierfahrens auf der Zeche Auguste Victoria i.W.*, „Glückauf, Berg- Und Hüttenmännische Zeitschrift” 1904, nr 50, s. 1541–1545.
- Joosten H.J., *Die Entwicklung des Gefrierfahrens seit seiner ersten Anwendung im Jahre 1883*, „Glückauf, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift” 1906, nr 22, s. 703–724.
- Kopiec E., *Murarz kopalniany*, Katowice 1964.
- Köhler G., *Lehrbuch für Bergbaukunde*, Leipzig 1900.
- Kostrz J., *Głębieńie szybów specjalnymi metodami*, Katowice 1964.
- Mallis U., Haase F., *Friedrich Hermann Poetsch – Der weltweit bedeutende Erfinder starb vor 110 Jahren in Dresden. Eine Erinnerung anlässlich der Wiederkehr seines 170. Geburtstages am 12. Dezember 2012*, „Schachtbau Report” 2013, nr 48.
- Marbach G., *Vorzüge und Nachteile des Ziehens der Gefrierrohre*, „Glückauf, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift” 1940, nr 19, s. 268–270.
- Nicolai N., *Erfahrungen beim Abteufen von Gefrierschächten auf der Gewerkschaft Bach*, „Braunkohle” 1943, nr 44/45, s. 431–436.
- Patla A., *Gończy rok. Wspomnienia inżyniera górnika z Ziem Zachodnich 1945–1946*, Katowice 1967.
- Pietsch K., *Die Braunkohlen Deutschlands*, Berlin 1925.
- Pinzke G., *Das Abteufen des ersten Kalischachtes nach dem Poetsch'en Gefrierschachtverfahren*. [w:] *Veröffentlichungen zum Bergbau in Mecklenburg*, 2010.
- Poborski Cz., *Geologia złóż węgla brunatnego*, [w:] *Węgiel brunatny w Zachodniej Polsce*, Katowice 1949.
- Poetsch F.H., *Das Gefrierverfahren. Methode für schnelles, sicheres und lotrechtes Abteufen von Schächten im Schwimmsande und überhaupt im wasserreichen Gebirge*;

für Herstellung tiefgehender Brücken Pfeiler und für Tunnel Bauten in rolligem und schwimmendem Gebirge, Freiberg 1886.

Poetsch F.H., *Das Gefrierverfahren und das kombinierte Schachtabbohr- und Gefrierverfahren (Patent Pötsch)*, Freiberg 1895.

Poetsch F.H., *Geschichtliches über die Entstehung und Herausbildung des Gefrierfahrens*, Magdeburg 1889.

Poetsch's Verfahren des Abteufens in schwimmendem Gebirge, „Dingler's Polytechnisches Journal“ t. 252, 1884, s. 100–102.

Posytek E., Wolańska T., *Nowe zasady projektowania zamrażania górotworu (Artykuł dyskusyjny)*, „Projekty – Problemy Budownictwa Węglowego” 1978, nr 6, s. 5–10.

Riemer F., *Über die neuesten Fortschritte im Schachtabteufen*, [w:] *Bericht über den VIII. Bergmannstag Dortmund, Düsseldorf*, 1901, s. 211–250, DOI 10.1007/978-3-642-94451-2_15.

Riemer F., *Das Schachtabteufen in der neuerer Zeit*, Düsseldorf – Grafenberg 1896.

Riemer F., *Die Schachtabteufen zur Zeit der Düsseldorfer Ausstellung*, Düsseldorf 1902.

Schmall P., Maishman D., *Ground Freezing a Proven Technology in Mine Shaft Sinking*, „Tunneling & Underground Construction Magazine” 2007, nr 6, s. 25–30.

Sres A., *Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur künstlichen Bodenvereisung im strömenden Grundwasser*, Zürich 2009 (Dissertation ETH, nr 18278).

Suszyński K., *Węgiel brunatny w planie 3-letnim*, „Przegląd Górniczy” 1946, nr 1–4, s. 33–39.

Urbański K., Skompski S., *Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, Arkusz Cybinka (499)*, Warszawa 2012.

Wichur A., *Uwagi o projektowaniu technologii zamrażania górotworu dla potrzeb głębinia szybów*, „Górnictwo i Geoinżynieria” t. 31, 2007, nr 3, s. 447–458.

Żaba J., *Historia eksploatacji surowców mineralnych*, [w:] *Surowce mineralne Ziemi Lubuskiej*, red. S. Kozłowski, Warszawa 1978.

dr **Agnieszka Gontaszewska-Piekarz**, nauczyciel akademicki na Uniwersytecie Zielonogórskim, absolwentka geologii na Uniwersytecie Adama Mickiewicza w Poznaniu. Jej główne zainteresowania naukowe to historia i technika górnictwa węgla brunatnego oraz warunki geologiczno-inżynierskie Ziemi Lubuskiej. Autorka ponad 70 prac naukowych z tego zakresu.

e-mail: agea.geologia@interia.pl

dr inż. **Wojciech Preidl**, emerytowany nauczyciel akademicki Politechniki Śląskiej. Absolwent Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Jego zainteresowania obejmują historię górnictwa i rewitalizację zabytkowych obiektów podziemnych. Jest autorem prawie 130 artykułów i referatów z zakresu budownictwa podziemnego i historii górnictwa.

Data zgłoszenia artykułu: 20 października 2019

Data przyjęcia do druku: 29 lutego 2020