

MINE WATER. GRANADA, SPAIN. 1985.

METODOLOGIA DE DRENAJE DE LAS FORMACIONES JURASICAS EN LA CUENCA CARBONIFERA DE LUBLIN (POLONIA)

Zdzislaw Krzowski
Instituto Politécnico de Lublín, Facultad de Ingeniería Civil
Lublín 1, skr. poczt. 189, ul. Nadbystrzycka 40, Polonia

RESUMEN

El método de drenaje estriba en la creación de "centros de drenaje", en las minas subterráneas. Con tal finalidad se aprovechan las labores mineras, realizadas en las formaciones cretácicas y jurásicas, perforando desde ellas sondeos, de diamante, verticales e inclinados, hacia las formaciones jurásicas. Para la comprobación de dicho método se realizaron cálculos en computadora, con un programa elaborado en el Instituto Principal de Minería. Los datos obtenidos indican que, para alcanzar el drenaje de las formaciones jurásicas, en un período de varios años, se necesita desaguarías con un caudal de 30 m³/min. En estas condiciones el drenaje de la mitad de la superficie de las formaciones acuíferas del Jurásico, de dos minas subterráneas de carbón, tendrá lugar transcurridos 10 años, y el drenaje total después de 20 años.

INTRODUCCION

La Cuenca Carbonífera de Lublín, descubierta hace 20 años, se localiza en la parte oriental de Polonia, y es la prolongación en profundidad de la Cuenca Carbonífera de Lwow-Wolyn, en la Unión Soviética. El yacimiento de carbón ocupa una cuenca asimétrica, con orientación NW-SE. Los estratos carboníferos tienen inclinación de 2-4° al SW en el flanco noroeste, y de 20° en el flanco suroeste. El Carbonífero está cubierto por sedimentos del Mesozoico (Jurásico, Cretácico) y del Cenozoico (Terciario, Cuaternario) con espesor total de 360 m en la parte este y de 1.200 m en la parte suroeste. Hasta ahora el mejor reconocimiento geológico se ha realizado en la parte central de la cuenca, la cual abarca, aproximadamente, 250 km² de superficie (figura 1). En este área el yacimiento de carbón se encuentra de 750 a 1.120 m de profundidad, bajo la superficie. El espesor de las capas de carbón varía desde 0,8 hasta 2,1 m. Actualmente se extrae hulla en una mina subterránea, mientras que la otra está en construcción.

Las formaciones suprayacentes al Carbonífero constituyen acuíferos, varios de ellos con gran almacenamiento, y con agua a alta presión (en las formaciones mesozoicas y cenozoicas). Por eso es necesario

congelar, algunos de ellos, durante la construcción de los pozos de mina, y los otros drenarlos mediante perforaciones de diamante, desde la propia explotación de hulla.

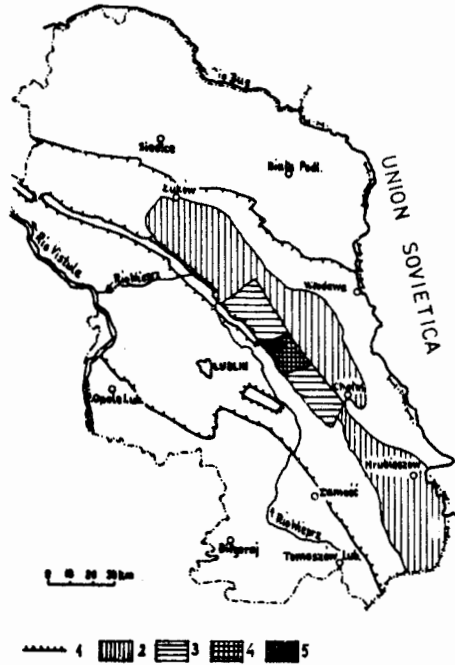


Figura 1. Localización de la Cuenca Carbonífera de Lublin (Ponzycki, 1974).

- 1.- Límite de extensión del Carbonífero, 2.- Cuenca Carbonífera de Lublin, 3.- Distrito Minero de Lublin, 4.- Sector Central de Minería, 5.- Área de la Mina No. 1.

El acuífero más peligroso, para los trabajos mineros, subterráneos, al techo del Carbonífero, es el acuífero Jurásico. Este acuífero contiene agua con, aproximadamente 7 MPa de presión. La explotación de las capas de carbón, en la parte superior del Carbonífero, es posible tras desaguar al acuífero Jurásico.

Existen diferentes métodos de drenaje de las formaciones acuíferas, recomendados por distintos autores, pero no siempre tienen en conside-

ración las condiciones geológico-mineras de las minas. Por estas razones a veces no se pueden aplicar. En este trabajo se presenta un método óptimo de drenaje, para los acuíferos del Jurásico, adecuado a las condiciones geológico-mineras de la Cuenca Carbonífera de Lublín. En este método se recomienda la creación de unos "centros de drenaje" en las minas subterráneas, para lo que se aprovechan las labores mineras subterráneas, excavadas en las formaciones cretácicas o jurásicas perforando, desde cada "centro de drenaje", sondeos de diamante, hacia las formaciones acuíferas del Jurásico.

Para la comprobación de dicho método se llevaron a cabo los cálculos, en computadora, según un programa elaborado en el Instituto Principal de Minería, de Polonia. Los datos calculados indican que, para el desagüe del acuífero Jurásico, en un plazo de varios años, se necesita desaguarlo con un caudal de 30 m³/min. Los cálculos indican, también, que el desagüe del Jurásico en la mitad del área abarcada por dos minas de carbón, tendrá lugar después de 10 años de drenaje, y el desagüe total se alcanzará transcurridos 20 años de drenaje.

El drenaje de las formaciones acuíferas, en el tiempo, se representó en un mapa de isóneas de depresión $s = 600$ m, porque este valor de depresión se ha aceptado como el criterio de relajamiento del acuífero, que da posibilidad de explotación segura de la hulla, de las capas superiores del Carbonífero.

AMBITO GEOLOGICO E HIDROGEOLOGICO

Geología

De arriba a abajo la Cuenca Carbonífera de Lublín está constituida por rocas de edad cuaternaria, terciaria, cretácica, jurásica y carbonífera.

Los sedimentos del Cuaternario aparecen en toda la superficie de la cuenca. Su espesor es variable de 20 a 30 m en el sector central, hasta 50 a 77 m en los sectores periféricos. En el perfil litológico del Cuaternario predominan los sedimentos arenosos, representados por arenas de grano variable y gravas. Localmente aparecen también arcillas arenosas, margas y limos, en forma de intercalaciones y, además, lentejones de turba.

Los sedimentos del Terciario se han depositado sólo en algunos sectores de la cuenca, y están representados, en general, por lentejones de margas, de 25 m de espesor máximo.

El Cretácico, representado por Maestrichtiense, Cenomanense y Albense tiene espesor variable, entre 500 y 590 m, creciendo hacia el oeste, de acuerdo con la inclinación de las capas. Al Maestrichtiense y Cenomanense corresponden calizas, margas y creta, y al Albense calizas arenosas y arenas cuarcíferas con nódulos de fosforitas.

El Jurásico está representado por el tramo superior y medio. Su

espesor varía de 112 a 134 m. El Jurásico superior está compuesto por calizas oolíticas, intercaladas localmente por areniscas de grano fino, margas y sedimentos margo-arenosos. El Jurásico medio se compone de dolomías y areniscas calcáreas. Por debajo del Jurásico medio hay rocas margo-limolíticas, con intercalaciones de carbón. Su espesor no sobrepasa los 30 m. La posición estratigráfica de estas rocas es discutible. Unos geólogos suponen que estos sedimentos pertenecen al Jurásico inferior, y otros se inclinan por la edad Westfaliense.

Los tramos de carbón, de interés minero, se localizan en las capas denominadas de Lublín, de edad Westfaliense y de 270 a 420 m de espesor. Las capas de Lublín están constituidas, en su mayoría, por limolitas y margas, con menor proporción de areniscas. El espesor de los tramos de carbón, de interés minero, varía entre 0,8 y 2,1 m. Los tramos de carbón se localizan en dos grupos, uno superior y otro inferior, separados por rocas estériles que presentan espesor aproximado de 80 m. Los tramos del grupo superior se encuentran entre 750 y 880 m de profundidad, y los del grupo inferior entre 840 y 1.120 m de profundidad, bajo de la superficie.

En la base de Westfaliense se encuentran los estratos de Namuriense C, llamados Kumowskie, con escasos tramos de carbón y gruesos estratos de areniscas.

Hidrogeología

En el perfil hidrogeológico de la Cuenca Carbonífera de Lublín hay, en general, tres complejos acuíferos, con diferentes características litológicas y capacidad de almacenamiento de agua (figura 2).

En las capas sobreyacentes, de carbón, hay dos complejos acuíferos:

- I - Complejo acuífero del Cuaternario-Cretácico superior,
- II - Complejo acuífero del Cretácico inferior-Jurásico.

El primer complejo abarca una franja desde la superficie hasta 150 a 200 m de profundidad. Los sedimentos arenosos y, en su mayoría permeables, del Cuaternario, se caracterizan por un coeficiente de permeabilidad de $2,3 \times 10^{-6}$ a $1,4 \times 10^{-5}$ m/seg.

La parte superior del Cretácico la constituyen las calizas cavernosas y fracturadas, permeables, con un coeficiente de permeabilidad de 1×10^{-6} a 1×10^{-5} m/seg. aproximadamente.

El nivel estático del primer complejo acuífero se sitúa entre 0,5 y 4,0 m, bajo la superficie del terreno. Los arroyos y depósitos superficiales de agua recargan o descargan al acuífero Cuaternario, según la profundidad de este nivel. Por debajo del primer complejo acuífero se encuentran las calizas cretácicas, prácticamente impermeables, que presentan un espesor aproximado de 450 m. Su permeabilidad media alcanza de 1 a 5 mD. Estas calizas aíslan al primer complejo del segundo. La recarga de este complejo acuífero superior tiene lugar a

través de la infiltración de aguas de precipitación pluvial y de aguas meteóricas .

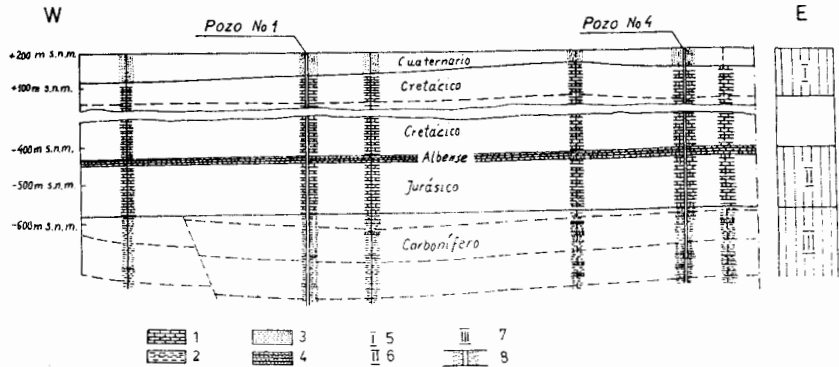


Figura 2. Corte hidrogeológico longitudinal de la mina No. 1.
 1.- Calizas, 2.- Limolitas, 3.- Arenas acuíferas del Albense, 4.- Areniscas con nódulos de fosforitas, 5.- Acuífero del Cuaternario-Cretácico superior, 6.- Acuífero del Cretácico inferior-Jurásico, 7.- Acuífero del Carbonífero.

El segundo complejo acuífero se encuentra de 600 a 700 m de profundidad, aproximadamente. Lo constituyen los depósitos arenosos y areniscas, sin consolidar, del Albense, y las calizas y dolomías del Jurásico que, en la base, pasan localmente a margas, limolitas y areniscas de baja resistencia. Los sedimentos del Albense presentan areniscas glauconíticas, de grano fino, de baja resistencia, las cuales yacen, localmente, sobre las arenas de grano uniforme. Las capas del Jurásico difieren en relación a su permeabilidad y reservas de agua subterránea. La parte superior de los sedimentos jurásicos, de 10 a 20 m de espesor, constituye un acuífero común con las arenas del Albense. Bajo este acuífero yacen calizas cristalinas, impermeables, de 40 a 60 m de espesor. Más abajo se encuentran calizas acuíferas, fracturadas y cavernosas, del Jurásico superior, y areniscas de baja resistencia del Jurásico medio, de 40 a 50 m de espesor total.

La recarga del segundo complejo acuífero tiene lugar fuera de los límites de la cuenca carbonífera, al oriente del río Bug, a través del

delgado recubrimiento del Cretácico. Este complejo está recargado, también, probablemente, por el acuífero superior, a través de las fallas.

El acuífero del Carbonífero, en su parte alta, contiene una franja de intercambio de aguas, con espesor aproximado de 50 a 60 m. Más abajo, hasta de 1.090 m de profundidad, aproximadamente, los estratos carboníferos prácticamente no son acuíferos, si bien no se conoce bien en qué grado los estratos carboníferos podrían constituir acuíferos. Litológicamente están integrados por una serie de margas y limolitas, impermeables. En el contacto del Jurásico y el Carbonífero se comprobó, en algunas partes, el comportamiento muy acuífero de los sedimentos. Como ya se mencionó más arriba, estos materiales se consideran como los sedimentos intemperizados del Westfaliense o del Jurásico inferior. Su localización exacta, extensión y morfología, no se conocen todavía bien. Hasta la fecha tampoco se conoce el sistema de recarga del complejo acuífero del Carbonífero. Se supone que el intercambio de aguas, jurásicas y carboníferas, puede tener lugar a través de las zonas de fallas.

CONDICIONANTES MINEROS

Actualmente, en el Distrito Minero de Lublín, se construyen dos minas subterráneas de carbón. En una se extraen 800 toneladas diarias de hulla. En la otra se excavan los pozos y las labores mineras subterráneas. Ambas minas están conectadas bajo la superficie.

En la mina nº 1 hay cuatro pozos de 6,0 a 7,5 m de diámetro y de 600 a 997 m de profundidad. Dos de ellos están construidos. En la mina nº 2 se han proyectado cuatro pozos los cuales están en construcción. En la mina nº 1 un pozo no funciona, al estar inundado por las aguas del Albense.

A causa de las difíciles condiciones hidrogeológicas, con amenaza permanente de aflujos de agua a las labores mineras, ha sido necesario congelar las formaciones acuíferas, alrededor de los pozos, a veces hasta 756 m de profundidad, y usar, además, encofrado especial de hierro colado.

La mina nº 1 tiene un nivel de explotación a 955 m de profundidad bajo la superficie (- 785 m bnm). En la mina nº 2 se proyectan dos niveles de explotación a 880 m (- 710 m bnm) y a 990 (- 820 m bnm). Se seleccionaron 16 capas de carbón para explotación en la mina nº 1, y 11 capas en la mina nº 2. Las capas de carbón tienen inclinación de 0° a 8°, y están agrupadas en dos tramos, separados por un conjunto de rocas estériles de 60 a 80 m de espesor aproximado.

Las reservas de carbón, en la faja superior, de las dos minas, sobrepasan los 80 millones de toneladas. Estas capas de carbón yacen bajo las formaciones acuíferas del Jurásico, y sólo pueden explotarse tras el drenaje del acuífero jurásico.

METODO DE DRENAJE

Para la explotación del carbón de las capas del tramo superior, es necesario, primero, drenar al acuífero Jurásico suprayacente al Carbónífero.

Hay varios métodos de drenaje de las formaciones acuíferas, en las minas subterráneas, por ejemplo mediante perforaciones subterráneas, de diamante; sondeos desde la superficie, hasta los acuíferos; las propias labores mineras subterráneas, etc.

El método que se presenta, en este trabajo, se basa en la creación de tres "centros de drenaje", para dos minas subterráneas (figura 3). El centro A se desarrollará en la cercanía de los pozos números 3 y 4, en la mina nº 1. En la primera etapa de drenaje se aprovechan las labores mineras, que unen estos pozos en las capas cretácicas, en el nivel de 540 m, para perforar los sondeos de interior con diamante, hacia las formaciones jurásicas. Después del rebajamiento de la presión de agua, en las formaciones jurásicas, se propone la segunda etapa de drenaje, que consistirá en la construcción de una rampa inclinada, desde el nivel de 540 m, hasta las formaciones jurásicas, menos acuíferas, ubicadas en la parte central del perfil del Jurásico. Desde esta obra se podrían perforar, directamente, los sondeos de diamante, inclinados, hacia las formaciones acuíferas. Según el pronóstico hidrogeológico, desde este "centro de drenaje" se necesita bombear el agua con caudal 10 m³/minuto, a partir del año 1990. La construcción de las labores mineras, en las formaciones jurásicas, tendrán lugar en condiciones hidrogeológicas difíciles, con amenaza de flujo de agua, por eso se necesita construirlas, con mucha seguridad. Vale la pena mencionar que, en la cercanía del centro A, los sedimentos albenses no son acuíferos, por eso se pueden perforar los sondeos de diamante, con seguridad, desde el nivel de 540 m.

En el "centro de drenaje" B se propone desaguar las formaciones jurásicas en dos variantes. En la primer variante, en la mina nº 1, se propone construir las labores mineras alrededor del pozo nº 1, en el nivel de 660 m de profundidad, en las formaciones jurásicas, después, el drenaje del acuífero jurásico, por medio de barrenos subterráneos, de diamante, inclinados hacia abajo. En el nº 2 se propone realizar las labores mineras de drenaje desde la cámara de bombeo, en el nivel de 754 m, en la cercanía del pozo nº 1 y, después, perforar los sondeos de diamante hacia las formaciones jurásicas, con objeto de rebajar, localmente, la presión del agua jurásica y, después, construir una labor minera inclinada, hacia arriba, en las capas jurásicas menos acuíferas, localizadas en medio del perfil Jurásico. Desde este "centro de drenaje" se requiere una extracción de agua con un caudal de 13 m³/min, a partir del año de 1992. En este "centro de drenaje" los sedimentos albenses son muy acuíferos, por eso las labores mineras se excavarán con la amenaza del flujo de agua. Desde el punto de vista técnico, se supone que la variante primera es más favorable que la segunda.

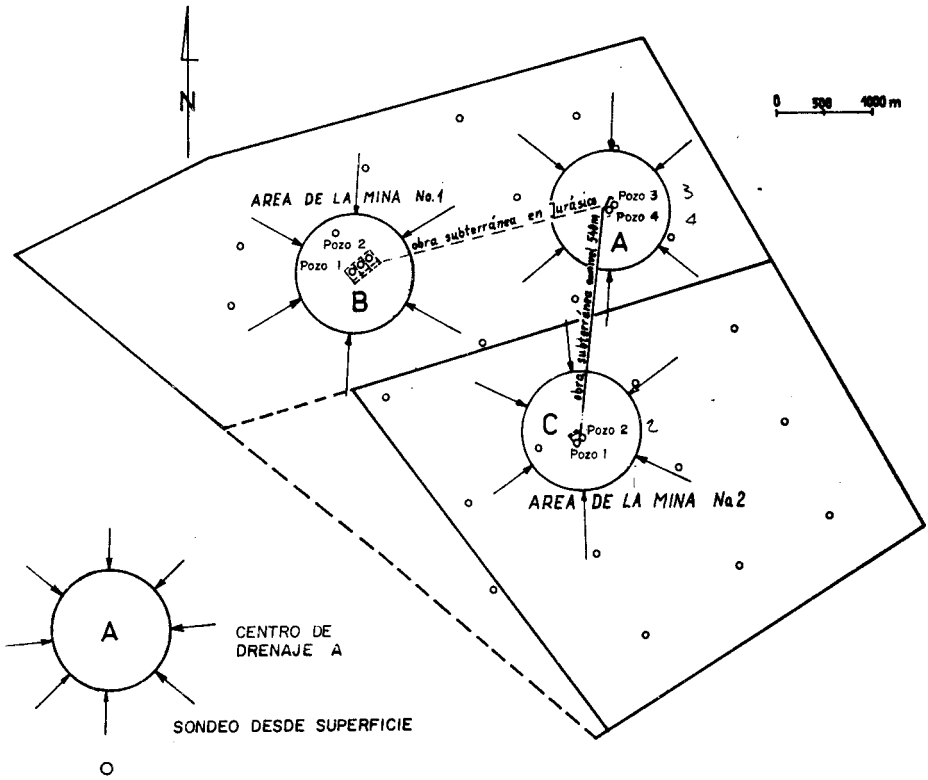


Figura 3. Centros de drenaje.

El "centro de drenaje" C se proyecta localizar en el área de la mina nº 2, cerca de los pozos nos. 1 y 2, aprovechando, primeramente una labor minera en las capas cretácicas, en el nivel de 540 m, para perforar los sondeos de diamante verticales, hacia las formaciones jurásicas. Después, perforar los sondeos hacia las formaciones jurásicas, desde una labor minera realizada en las formaciones cretácicas, desde los pozos nos. 1 y 2 hacia el "centro de drenaje" A en el mismo nivel. Desde este centro se proyecta extraer el agua, con caudal de 6 m³/min, a partir del año de 1993. En dicho centro los

sondeos se perforarán a través de los sedimentos muy acuíferos del Albense, por lo que requiere ejecutarlos con mucha seguridad.

PRONOSTICO DE DRENAJE

Los cálculos de pronóstico de rebajamiento de la presión de agua, en las formaciones jurásicas, se han ejecutado en computadora, en el Instituto Principal de Minería de Polonia, en base al método de Theis, usando un programa elaborado para computación y los datos calculados.

El pronóstico se calculó para cuatro horizontes de tiempo, correspondientes a los años 1993, 1995, 2000 y 2005. Los resultados de los cálculos se presentan en el mapa de isolíneas de depresión de 600 m (figura 4). Se aceptó este valor como criterio de rebajamiento del acuífero jurásico, que facilita la explotación del carbón del grupo superior.

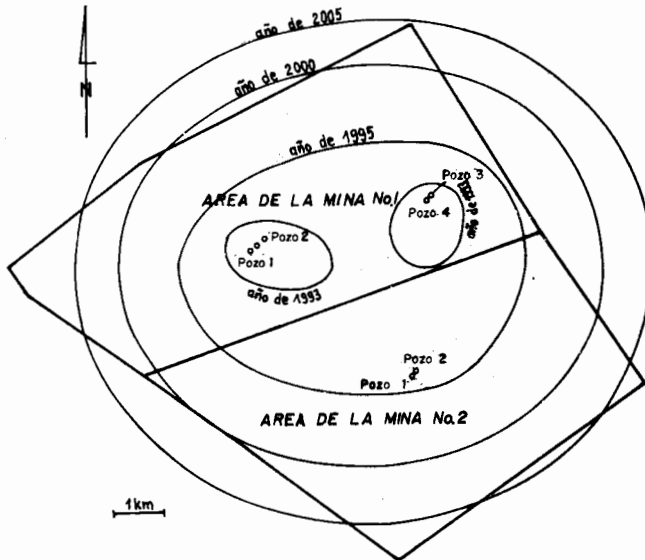


Figura 4. Isolíneas de depresión $s = 600$ m (Rogoz, 1984).

Los datos que se han obtenido indican que el drenaje del acuífero jurásico, para las dos minas, requiere más de 10 años, y se necesita desaguarlo con un caudal promedio de 30 m³/min.

Como refleja la figura 4, el rebajamiento del acuífero jurásico, en el entorno del centro A sucederá en el año de 1993. En el año de 1995 dicho rebajamiento abarcará, más o menos, la mitad del área de la mina n° 1 y una tercera parte de la mina n° 2. En el año 2000 y sucesivos toda el área de las dos minas estará, prácticamente, rebajada. En la etapa siguiente, tras el rebajamiento del acuífero jurásico, sucederá el drenaje progresivo de las formaciones jurásicas, es decir, el descenso del nivel dinámico del jurásico hasta el drenaje total.

CONCLUSIONES

En el área afectada por las minas de carbón de la Cuenca Carbonífera de Lublín, sobre el Carbonífero yacen las formaciones acuíferas del Jurásico, presentando un espesor de 100 m, aproximadamente. Este acuífero contiene agua a alta presión, llegando a 6-7 MPa. En consideración a la amenaza permanente de los aflujos de agua hacia las labores mineras subterráneas, la explotación del carbón del grupo superior es posible tras un rebajamiento de presión del acuífero jurásico de, aproximadamente, 6 MPa. Para las condiciones geológico-mineras de la cuenca carbonífera de Lublín, se ha elaborado un método de drenaje del acuífero jurásico, consistente en crear tres "centros de drenaje", aprovechando para ello las labores mineras existentes, en las formaciones cretácicas y jurásicas, para perforar sondeos de interior, de diamante, con rumbo variable: horizontales, verticales e inclinados, hacia las formaciones acuíferas del jurásico.

Los resultados del drenaje dependen, entre otros factores, del régimen de drenaje desde tres centros y se prevé: desaguar en el centro A con caudal de 10 m³/min, a partir del año 1992, y en el centro C de 6 m³/min, a partir de 1993. Aplicando este método de drenaje se puede drenar al acuífero Jurásico en la mitad del área de las dos minas después de 10 años de drenaje, y en toda el área tras 20 años, con un caudal promedio, para toda el área, de 30 m³/min.

BIBLIOGRAFIA

Prussak W., Szczurek J., 1984. Idea del desagüe de las formaciones acuíferas en las minas K-1 y K-2, a fin de liquidación de la amenaza de flujo de agua a las labores mineras subterráneas, realizadas en el grupo superior de carbón, ZBiPM "Cuprum", Wroclaw, Polonia.

Rogoz M., Posylek K., 1984. Idea de desagüe de las formaciones acuíferas en las minas K-1 y K-2, en la Cuenca Carbonífera de Lublín. Instituto Principal de Minería, Katowice, Polonia.

Smuszkiewicz K., Kelman Cz., 1984. Idea de manera de drenaje de las formaciones acuíferas del Jurásico, en las rocas suprayacentes del Carbonífero, en la Cuenca Carbonífera de Lublín, KLZW, Bogdanka, Polonia.

Sztelak J., 1979. Amenazas de flujo de agua a las labores mineras de la Cuenca Carbonífera de Lublín. Instituto Politécnico de Gliwice, Polonia.

Szydel Z.R., 1981. Sedimentos del Lías en el área de la Cuenca Carbonífera de Lublín. Revista de Geología, nº 11, Polonia.

NOTA: Revisión al español de R. Fernández-Rubio.