

*odwadnianie kopalń, dopływ wód,
składniki dopływu, zasoby statyczne,
zasoby dynamiczne*

Józef SAWICKI*, Monika DERKOWSKA – SITARZ*

METODY OKREŚLANIA UDZIAŁU DOPŁYWÓW WÓD Z ZASOBÓW DYNAMICZNYCH I STATYCZNYCH W CAŁKOWITYM DOPŁYWIE WÓD PODZIEMNYCH DO KOPALŃ

Ogólny dopływ wody do kopalni złożony jest z wielu składowych. W pracach badawczych prowadzonych przez autorów wykorzystywano materiały pomiarowe dotyczące ilości odprowadzanych z kopalń wód o bardzo różnej jakości i różnej częstotliwości wykonywania. W związku z tym zachodziła konieczność opracowania metod wyznaczenia poszczególnych składowych dopływu, dostosowanych do posiadanych danych hydrogeologicznych. W niniejszej pracy opisano metody wyznaczenia poszczególnych składowych dopływu ogólnego do kopalń. Składowe te zostały wyznaczone i przedstawione na schematach załączonych do niniejszej pracy. Z omówienia wyłączono jedynie metody badań modelowych. Niektóre z prezentowanych metod obliczeń opisano w literaturze naukowej po raz pierwszy.

1. ANALIZA CAŁKOWITEGO DOPŁYWU WODY DO KOPALŃ I GŁÓWNE SKŁADNIKI DOPŁYWU

1.1. ZLEWNIA MORFOLOGICZNA I SPŁYW POWIERZCHNIOWY W KOPALNIACH ODKRYWKOWYCH

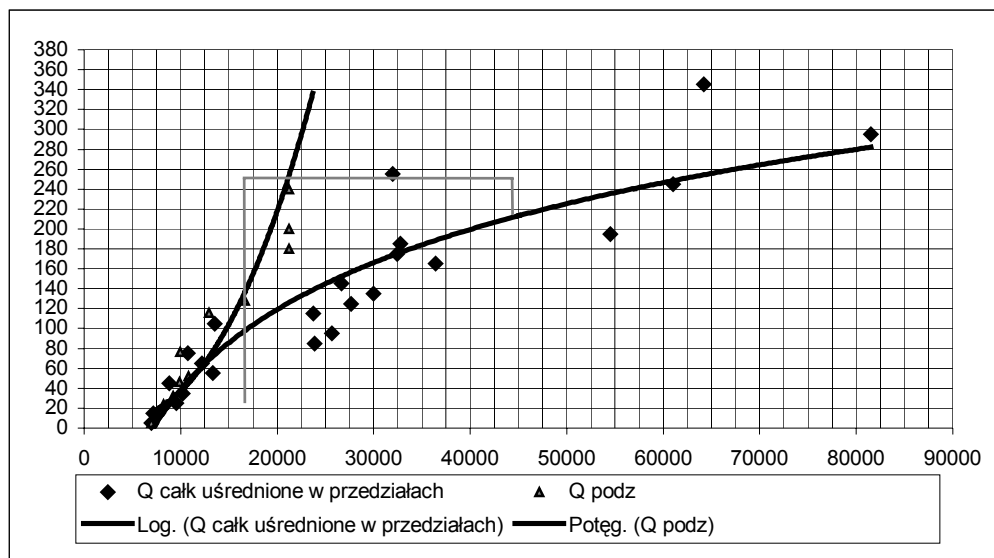
Na ogólny dopływ wód do kopalni odkrywkowych składa się spływ powierzchniowy ze zlewni morfologicznej odkrywki i dopływ podziemny pochodzący z hydrogeologicznego obszaru zasilania. Zlewnia morfologiczna ogranicza się zazwyczaj do bliskiego sąsiedztwa odkrywki i jest zmienna w czasie w miarę rozwoju odkrywki. Zlewnia hydrogeologiczna odkrywki obejmuje najczęściej znacznie większy obszar niż zlewnia morfologiczna, a jej zmiany są niewielkie lub w ogóle się nie zmieniają. W obrębie zlewni hydrogeologicznej wytworzony jest lej depresji kopalni i zachodzą mogą procesy zmian naturalnych składników bilansu wodnego (Sawicki, 2000).

* Instytut Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, pl. Teatralny 2, 50-051 Wrocław,
e-mail: monika.derkowska@pwr.wroc.pl

1.2. SPOSOBY WYZNACZANIA SPŁYWÓW POWIERZCHNIOWYCH W WARUNKACH OGRANICZONEJ INFORMACJI

W zależności od sposobu i częstotliwości rejestracji ilości pompowanej wody, zastosować można różne metody:

- jeśli spływ powierzchniowy stanowi istotną część wody pompowanej z odkrywki, a rejestracji dopływu prowadzona jest codziennie, do jego wyznaczenia można zastosować metodę ścinania fal wezbraniowych Natermanna (Natermann, 1963).
- przy małych dopływach wody do kopalni i dobowej ich rejestracji stosuje się modyfikację metody G. Schrödera (Schröder, 1952) opracowanej dla rzek, w której jako przepływ podziemny rzeki traktuje się najniższy dobowy naturalny przepływ w całym miesiącu. W przypadku kopalń jako dopływ podziemny uznaje się najniższy średni tygodniowy lub dekadowy dopływ całkowity w danym miesiącu. Spływ powierzchniowy wyznacza się z różnicy pomiędzy dopływem całkowitym do pompowni i dopływem podziemnym.
- przy rejestracji miesięcznej można posłużyć się wykresem - histogramem całkowitej ilości wypompowanej wody na tle miesięcznych opadów P_m wyrażonych w % średniej wieloletniej w danym miesiącu $P_{mśr}$. Z wykresu wybiera się najniższe ilości wypompowanej wody na tle najniższych opadów. Tak wyodrębnione dopływy łączy się ze sobą uzyskując dopływ podziemny. Z różnicy całkowitej ilości pompowanej wody i wody z dopływu podziemnego otrzymuje się ilość wody wynikającą ze spływu powierzchniowego.
- przy miesięcznej rejestracji dopływu zastosować można metodę opracowaną przez autorów polegającą na wyznaczeniu korespondujących ze sobą dopływów całkowitych $[Q]$ i opadów wyrażonych w % średniej wieloletniej $[P_m/P_{mśr} \text{ w } \%]$. Punktami korespondującymi są stany, gdy najniższy lub najwyższy opad odpowiada najmniejszej lub największej ilości pompowanej wody. Punkty koreluje się logarymiczną linią trendu. Zakłada się, że dolny zakres krzywej, stanowiący poniżej 60% średniej wieloletniej opadu, to wyłącznie dopływ podziemny. Styczna paraboliczna poprowadzona od dolnego zakresu krzywej korelacyjnej będzie wyznaczać udział dopływu podziemnego. Schemat postępowania przedstawiono na rys. 1. Metoda została opisana w pracy (Sawicki i Derkowska, 2002).
- przy miesięcznej rejestracji ilości pompowanej wody możliwe jest również zastosowanie metody oszacowania spływu powierzchniowego w proporcji do ilości opadów w danym miesiącu przekraczających 80 % normy wieloletniej. W zależności od tego przekroczenia i pory roku dobierany jest współczynnik spływu powierzchniowego. Znając powierzchnię zlewni morfologicznej oblicza się tę część dopływu, która pochodzi ze spływu powierzchniowego. Metodę tę zastosować można dla kopalń o niedużej zlewni morfologicznej (Sawicki, 2000; Sawicki i Derkowska, 2002).



Rys. 1. Sposób obliczania odpływu podziemnego i splywu powierzchniowego z zastosowaniem krzywej zależności $Q/(P_m/P_{mśr})$

Fig. 1. Method of calculating a groundwater runoff and a surface water runoff with help of “curve of dependance”

2. SKŁADNIKI DOPIŁYWU PODZIEMNEGO DO KOPALŃ

2.1. DOPIŁYW Z INFILTRACJI OPADÓW W OBSZAR ZASILANIA KOPALNI

Dopływ wód podziemnych do kopalń lub ujęcia wody opisać można następującym wzorem (Sawicki, 2000):

$$Q_{\text{podz}} = Q_{\text{inf}} + Q_{\text{f.r.}} + Q_{\text{d.k.}} + Q_{\text{st}} + Q_{\text{techn}} \quad (1)$$

Q_{podz} – całkowity dopływ wód podziemnych do kopalń

Q_{inf} – dopływ z infiltracji opadów w obszar zlewni hydrogeologicznej

$Q_{\text{f.r.}}$ – wody przefiltrowane z rzek, jezior i zbiorników wodnych

$Q_{\text{d.k.}}$ – dopływ wód tzw. dalekiego krążenia, z odprężenia górotworu z poza obszaru zlewni hydrogeologicznej

Q_{st} – dopływ wód z zasobów statycznych z objętości leja depresji

Q_{techn} – wody technologiczne

Na dopływ z zasobów dynamicznych Q_{dyn} składają się:

$$Q_{\text{dyn}} = Q_{\text{inf}} + Q_{\text{f.r.}} + Q_{\text{d.k.}} \quad (2)$$

Oznaczenia jak wyżej.

Składniki powyższych równań wyznacza się w różny sposób. Poniżej przedstawiono propozycje metod i kolejność prowadzenia obliczeń.

2.2. DOPIŁYW Z WÓD PRZEFILTROWANYCH ZE ZBIORNIKÓW WODNYCH I RZEK ORAZ ICH DOLIN Q_{fr} .

Dla małych cieków, których przepływ nie przekracza około $3 \text{ m}^3/\text{s}$, oceny ilości wody, która przefiltrowuje do systemu odwodnienia, można dokonać przy użyciu metod bezpośrednich pomiarów natężenia przepływów na odcinku drenażu kopalni. Metoda ta nie może mieć zastosowania dla dolin dużych rzek i zbiorników wodnych, występujących w zasięgu wpływu depresji kopalń, ze względu na duży naturalny błąd prawidłowo wykonanego pomiaru, wynoszący nawet $\pm 10\%$ przepływu rzeki. W takich sytuacjach można wykorzystać wyniki pomiarów natężenia przepływów kanałów odwadniających kopalnię, przebiegających pod skarpami, które mogą drenować wody przefiltrowane z rzek i zbiorników wodnych. Niekiedy można uznać, że przepływ wody w tych kanałach w całości pochodzi ze strat wody ze struktur geologicznych zasilanych przez cieki powierzchniowe (np. kopalnia piasków „Szczakowa” – rów A). Podobne założenia mogą dotyczyć barier studni odwadniających usytuowanych pomiędzy kopalnią a rzeką lub zbiornikiem wodnym (np. KWB „Konin” – odkrywka Pątnów).

Klasyczne obliczenia hydrogeologiczne przepływu wody pomiędzy rzeką, zbiornikiem wodnym a kopalnią są obarczone dużymi błędami wynikającymi z dowolnego zakładania miąższości aktywnej strefy przepływu wody, współczynników filtracji, kolmatacji dna rzek, mechanizmu filtracji lub infiltracji itp. W takich sytuacjach właściwe rozwiązania można uzyskać jedynie drogą modelowania matematycznego filtracji przy zgodności z rzeczywistością dopływów do kopalni i stanu zwierciadła wody w obszarze filtracji.

2.3. DOPIŁYW Z DALEKIEGO KRĄŻENIA SPOZA OBSZARU BEZPOŚREDNIEJ ZLEWNI $Q_{d.k}$.

Przez dopływ dalekiego krążenia rozumiemy tą część dopływu wody do kopalni, która pochodzi z odprężenia warstw wodonośnych, zasilanych poza granicami wyraźnej zlewni hydrogeologicznej (np. kopalnie miedzi w rejonie Lubina). Dopływy tego typu występują jedynie w kopalniach o dużych depresjach i dużych głębokościach eksploatacji lub jeśli kopalnia zasilana jest z wielu poziomów wodonośnych. Określenie tego dopływu jest bardzo trudne i zwykle możemy go tylko szacować na podstawie składu chemicznego wody lub jej temperatury. Zakłada się wówczas, że wody, które charakteryzują się większą mineralizacją lub podwyższoną w stosunku do tła temperaturą, to wody dalekiego krążenia. Ich udział określa się w procentach całkowitej ilości wypompowanej wody. W ogólnej masie pompowanej wody są to zwykle małe ilości.

2.4. DOPŁYW Z ZASOBÓW STATYCZNYCH Z LEJA DEPRESJI Q_{st} .

Klasyczny sposób obliczenia dopływów z zasobów statycznych polega na znajomości obniżenia zwierciadła wody podziemnej w leju depresji i określeniu średniego w zakresie tego obniżenia współczynnika odsączalności wszystkich gruntów. Znając objętość odwodnionych skał w określonym czasie obliczyć możemy zmianę zasobów statycznych w tym czasie.

$$Q_{st} = \frac{\Delta V_{l.d.} \mu}{\Delta t} \quad (3)$$

Q_{st} – dopływ ze szczyptywania leja depresji pomiędzy dwoma stanami czasu

$\Delta V_{l.d.}$ – objętość utworów odwodnionych pomiędzy dwoma stanami czasu

μ - średni współczynnik odsączalności odwadnianych gruntów

Δt – czas pomiędzy dwoma stanami zwierciadła wody.

Obliczenie zasobów statycznych tą metodą natrafia na bardzo poważne trudności polegające na właściwej ocenie współczynnika odsączalności odwadnianych gruntów. Wymaga to dokładnej znajomości udziału różnego rodzaju gruntów w odwadnianym górotworze. Dobre wyniki uzyskać można jedynie wówczas, gdy charakter odwodnionych gruntów jest względnie jednorodny (np. w piaskowniach). Dla właściwej oceny rozwoju leja depresji i jego zmian konieczne są okresowe pomiary zwierciadła wody w sieci piezometrów ujmujących wszystkie poziomy wodonośne.

Innym sposobem obliczenia dopływów z zasobów statycznych jest rozwiązanie bilansu dopływu do kopalni.

$$Q_{podz} = Q_{dyn} + Q_{st} \quad (4)$$

$$Q_{st} = Q_{podz} - Q_{dyn} \quad (5)$$

Q_{podz} – dopływ podziemny do kopalni

Q_{st} – dopływ z zasobów statycznych

Q_{dyn} – dopływ z zasobów dynamicznych

Równanie to zastosować można wówczas, gdy nie występuje dopływ dalekiego krążenia i dopływ z filtracji z rzek i zbiorników wodnych. Wtedy czasem łatwiej jest określić zasoby dynamiczne niż zasoby statyczne. W badaniach takich konieczny jest również wykres całkowitego dopływu podziemnego do kopalni wspomagany wynikami pomiarów opadów oraz wykresem wahań zwierciadła wody w posterunkach obserwacyjnych, ujmujących główny poziom zasilania kopalni, ale położonych poza lejem depresji kopalni. Na wieloletnim wykresie dopływów wyznacza się miejsca, w których można założyć, że dopływ z zasobów statycznych był niewielki. Przed wykonaniem wykresu dopływ podziemny przeliczamy na moduł splotu podziemnego, w zależności od rozwoju zlewni hydrogeologicznej. Jest on wyrażony w $dm^3/s \cdot km^2$. Mając tak wyznaczony moduł dopływu w kolejnych latach odwadniania, z wykresu widać natychmiast, w jakich latach moduł ten zbliżony jest

do modułu odpływu podziemnego rzek. Widać również okresy, gdy jest on nieproporcjonalnie wysoki (niekiedy wyższy niż zasilanie opadami). W okresach, gdy moduł ten jest niski możemy uznać, że w odwodnieniu udział biorą jedynie dopływy z zasobów dynamicznych.

Interpretacja wykresu pomiędzy wybranymi latami z dopływem tylko z zasobów dynamicznych odbywać się powinna w oparciu o „wskaźnik zasobów dynamicznych”. Wskaźnik ten określić można na podstawie wahań zwierciadła wody w głównych warstwach zasilających kopalnię. Powinien on uwzględniać również wielkość zasilania opadami warstw wodonośnych. Wyraża się go w $\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$. Wskaźnik zasobów dynamicznych powinien być przedstawiony na wykresie dopływów. Znając jego moduł oraz obszar zasilania kopalni (zlewnię hydrogeologiczną) określić możemy wielkość dopływów z zasobów dynamicznych zasilających kopalnię. Obliczenie prowadzimy wg wzoru (5).

2.5. DOPLÝW Z INFILTRACJI OPADÓW W OBSZAR ZLEWNI HYDROGEOLOGICZNEJ Q_{inf}

Dopływ ten określić można w następujący sposób:

- z obliczenia modułu infiltracji

$$q_{\text{inf}} = 0,0315 \cdot P \cdot \omega \quad [\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2] \quad (6)$$

P – roczny przeciętny opad [mm]

ω – współczynnik infiltracji

Infiltrację oblicza się ze wzoru:

$$Q_{\text{inf}} = A_{\text{podz}} \cdot q_{\text{inf}} \quad (7)$$

A_{podz} – powierzchnia zlewni hydrogeologicznej

2.6. DOPLÝW WÓD TECHNOLOGICZNYCH I STRATY WODY ZUŻYWANEJ W PROCESACH TECHNOLOGICZNYCH

Dopływ wód technologicznych jest mierzony przez kopalnię przy użyciu urządzeń pomiarowych (wodomierzy, przepływomierzy) lub z obliczany z wydajności pomp doprowadzających wodę. Niekiedy wody z odwadniania kopani wykorzystywane są w procesach technologicznych i w takich sytuacjach ilość wypompowanej wody z kopalni powinna być powiększana o wody zużyte w tych procesach (Kopalnia piasku szklarskiego „Osiecznica” oraz kopalnie KGHM).

3. PODZIAŁ DOPŁYWU NA ZASOBY STATYCZNE I DYNAMICZNE

3.1. KOLEJNOŚĆ I SPOSÓB WYKONANIA OBLICZEŃ

Algorytm postępowania podczas wykonywania obliczeń dopływów przedstawiony jest na poniższym schemacie (rys. 3.). Materiałami wyjściowymi do wykonania obliczeń są: pomiary całkowitego dopływu do kopalni, pomiary opadów z posterunku w rejonie kopalni (dobowe lub miesięczne) oraz pomiary głębokości zwierciadła wody w głównych poziomach wodonośnych. Na podstawie tych materiałów konstruuje się wykres całkowitego dopływu wody Q do kopalni na tle opadów i zmian zwierciadła wód podziemnych. Uzyskany wykres pozwala na rozdział dopływu całkowitego na dopływ powierzchniowy i podziemny. Po wyznaczeniu dopływu podziemnego metodami opisanymi w akapicie 1 określamy dopływ pochodzący ze spływów powierzchniowych po opadach, jako różnicę między dopływem całkowitym do kopalni a dopływem podziemnym. Jeśli kopalnia dla różnych celów produkcyjnych lub technologicznych doprowadza wody „obce”, to od dopływu całkowitego należy odliczyć ilość tych wód.

Na dopływ podziemny składa się wiele rodzajów dopływów: dopływ z infiltracji opadów, dopływ dalekiego krążenia, dopływ ze zbiorników wodnych i rzek oraz dopływ z zasobów statycznych szczypanego leja depresji. Dopływy dalekiego krążenia, dopływy ze zbiorników wodnych i rzek oraz dopływy wód technologicznych nie zawsze występują w kopalniach, wobec tego nie zawsze wymagane jest ich określenie.

Dopływy z zasobów statycznych występują w każdej kopalni i w ujęciu wody, które wytwarzają lej depresji. Niekiedy kolejność obliczenia może być odwrócona, gdyż w niektórych sytuacjach łatwiej i pewniej określić można wielkość dopływów z zasobów dynamicznych, korzystając z odpowiednich wzorów, które uwzględniają powierzchnię zlewni podziemnej, moduł infiltracji lub opad i współczynnik infiltracji opadów. W innych przypadkach, gdy charakter warstwy odwadniającej jest w miarę jednorodny, łatwiej jest określić dopływ z zasobów statycznych, znając objętość odwodnionej bryły leja depresji i współczynnik odsączalności odwodnionych utworów. Oba sposoby wzajemnie się nie wykluczają i mogą być stosowane jako wzajemnie sprawdzające się. Po określeniu dopływów z zasobów statycznych oraz dopływów dalekiego krążenia i filtracji z rzek i zbiorników wodnych obliczyć można wielkość zasilania kopalni z infiltracji opadów:

$$Q_{inf} = Q_{dyn} - Q_{d.k.} - Q_{f.r.} \quad (7)$$

Znając powierzchnię zlewni hydrogeologicznej (obszar zasilania ujęcia) łatwo określić moduł infiltracji opadów q_{inf} :

$$q_{inf} = \frac{Q_{inf}}{A_{podz}} \quad [dm^3/s \cdot km^2] \quad (8)$$

Q_{inf} - dopływ z infiltracji opadów wyrażony w dm^3/s

A_{podz} – powierzchnia zlewni hydrogeologicznej określona w km^2

Również określić można współczynnik infiltracji ω :

$$\omega = \frac{Q_{inf}}{A_{podz} \cdot P} \quad (9)$$

Q_{inf} - dopływ z infiltracji opadów wyrażony w m^3/rok

A_{podz} – powierzchnia zlewni hydrogeologicznej określona w m^2

P – opad wyrażony w m słupa wody.

Dokładność wyznaczenia poszczególnych składników dopływu jest w wielkim stopniu uzależniona od rozpoznania warunków hydrogeologicznych, dokładności wykonanych pomiarów ilości odprowadzanej wody. Wiele z elementów dopływu powierzchniowego i podziemnego można jedynie szacować. Dlatego obliczenia poszczególnych składników dopływu w miarę możliwości wymagają sprawdzenia innymi metodami.

Zwykle największy udział w dopływie całkowitym do kopalni mają dopływy pochodzące z infiltracji opadów w obszar zasilania kopalni. Dopływy z zasobów statycznych mają istotny wpływ przy uruchomieniu odwadniania lub powiększaniu depresji. W kopalniach długo eksploatowanych ich udział jest bardzo mały. Dopływy z infiltracji i filtracji z rzek i zbiorników wodnych mają istotny wpływ wówczas, gdy kopalnia położona jest w pobliżu dolin rzecznych lub zbiorników wodnych. W wielu wypadkach, mimo że taka sytuacja ma miejsce, to dopływy z rzek lub zbiorników wodnych są niewielkie (np. odkrywka „Lubstów” nad Jeziorem Lubstowskim, koryta przełożonych rzek płynących po utworach gliniastych – np. Miedzianka w Bogatyni i Turowie]. Dopływy dalekiego krążenia występują praktycznie tylko przy głębokim drenażu w kopalniach podziemnych oraz w KWB Bełchatów.

Pewne komplikacje mogą występować w przypadku, gdy kopalnia korzysta z wód technologicznych. Mogą to być wody doprowadzone z zewnątrz, ale w wielu przypadkach kopalnie korzystają dla celów technologicznych z własnych wód dopływających do systemu drenażu. W takich sytuacjach ilości pobieranych dla celów technologicznych wód powinny być możliwie ściśle określone.

5. WNIOSKI

Projektowanie kopalń i gospodarka wodami kopalnianymi uwzględniać musi różne składniki dopływu ogólnego, gdyż powstają one w odmienny sposób. Spływy powierzchniowe po opadach zależą od powierzchni, na którą spada opad, od jego intensywności, stanu nasycenia powierzchni gruntów, rodzaju gruntów i morfologii terenu. Jest to składowa bilansu występująca jedynie okresowo. Natomiast dopływ podziemny, mający wiele składowych, jest zwykle mało zmienny w czasie i zależny

od powierzchni zlewni hydrogeologicznej, a więc również od rozwoju leja depresji. Dopływ podziemny ma wiele składowych. Ich określenie jest dość trudne, lecz uzyskane wyniki umożliwiają prawidłową gospodarkę wodną w kopalni. Poznanie dopływów z zasobów statycznych ma duże znaczenie dla określenia czasu i objętości wody potrzebnej do wypełnienia leja depresji w trakcie częściowej lub całkowitej likwidacji kopalni. W pracy skrótoowo przedstawiono kilka metod obliczeń nie opisanych do tej pory w literaturze i jest to oryginalny dorobek autorów.

LITERATURA

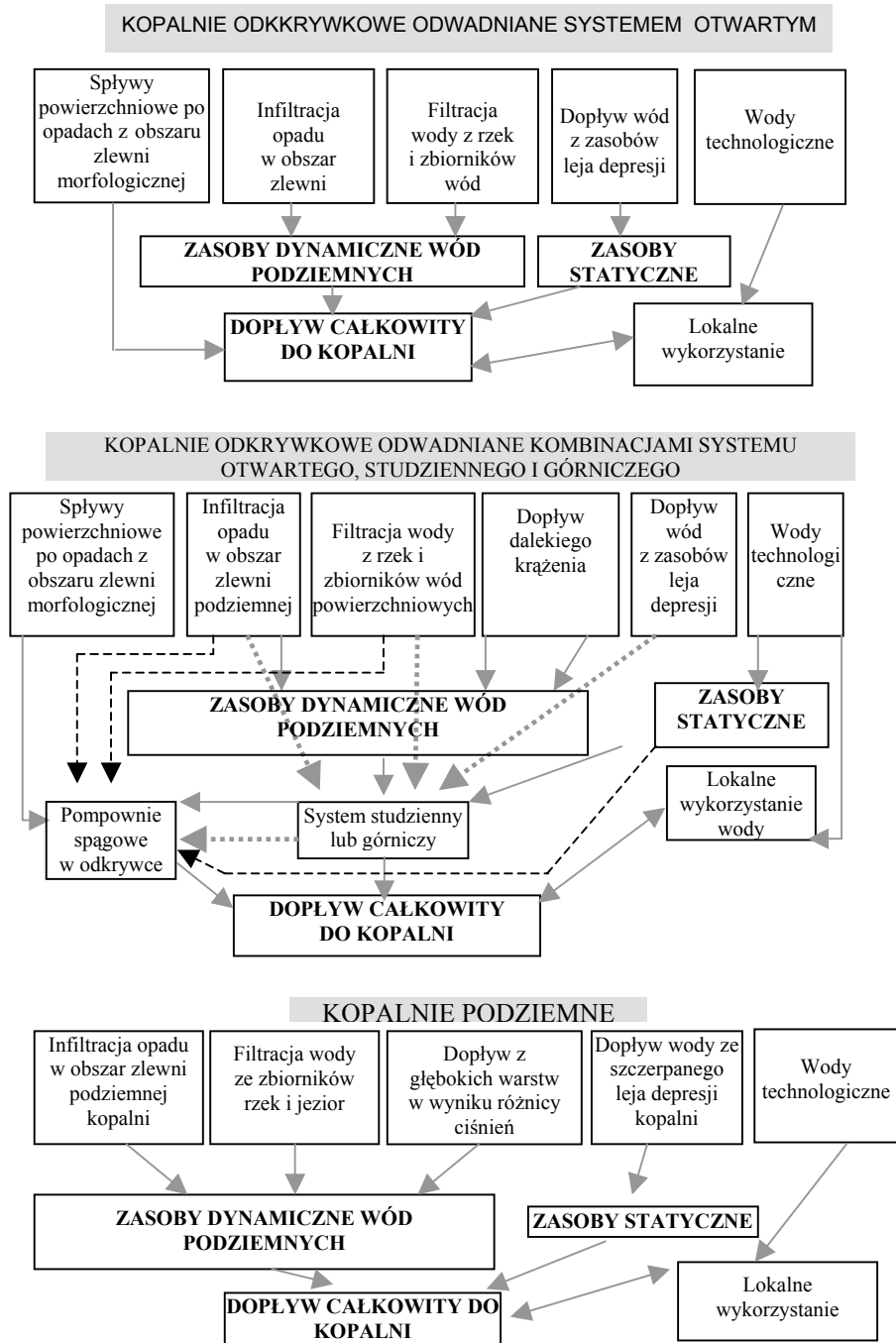
- BINDEMANN N. N., 1962; *K opriedielenju estestviennyh zapsov podziemnyh vod*. Rozv. i Ochr. Nedr. 1/1962 Moskwa
- BINDEMANN N. N., 1963; *Ocenka eksploatacyjnyh zapsov podziemnyh vod*. Gosgeotechnizat, Moskwa
- NATERMANN E., 1951; *Die Line das langfristigen Grundwassers (AuL) und die Trockenwetterabflusslinie (TWL)*, Die Wasserwirtschaft (Sondern)
- SAWICKI J., 1978; *Ważniejsze typy bilansu wód podziemnych Polski południowo zachodniej*. Pr. dokt. (maszynopis) Archiw. Inst. Hydrogeologii Ogólnej, Wydz. Geologii Uniw. Warszawskiego.
- SAWICKI J., 1978; *Krzywe zasilania podziemnego rzek i krzywe stanów retencji – konstrukcja i zastosowanie*. Acta Univ. Wratislav., No 313, Prace Geologiczno-Mineralogiczne V, Wrocław. s. 105-117
- SAWICKI J., 2000; *Zmiany naturalnej infiltracji opadów do warstw wodonośnych pod wpływem głębokiego, górniczego drenażu*. Oficyna Wyd. Politechn. Wrocław. Wrocław
- SAWICKI J., DERKOWSKA M., 2002; *Spływ powierzchniowy i dopływ wód podziemnych do kopalń. Uwagi metodyczne dotyczące ich wyznaczania*. W: Prace Naukowe Instytutu Górnictwa PWr. nr 102, Seria: Studia i Materiały nr 29. Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław
- SCHRÖDER, G., 1952; *Die Wasserreserven des obern Emsgabites*, Bes. Mitteil Deutsch. Gewässsek., No. 5

mine dewatering, water inflow, elements of inflow, groundwater storage, groundwater renewable resources

METHODS OF DEFINITION OF PARTS OF WATER INFLOW FROM GROUNDWATER STORAGE AND GROUNDWATER RENEWABLE RESOURCES IN TOTAL WATER INFLOW TO MINES

The total water inflow to a mine consists of many elements. In research authors used different data of water amount which was pumped from mines. In case of this it was necessary to compile the methods of definition of several inflow elements, which are compatible with possessed hydrogeological data. In this paper all methods of definition of several elements of total inflow to mines are presented. This elements were defined and shown on schemes which are included in this paper.

Rys. 2. Schemat ideowy dopływu wód do kopalń
 Fig. 2. The scheme of water inflow to mines



Rys. 3. Metody wyznaczania udziału dopływu z zasobów statycznych i dynamicznych w całkowitym dopływie wód do kopalń

Fig. 3. Methods of definition of parts of water inflow from groundwater storage and groundwater renewable resources in total water inflow to mines

