

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ZASOBÓW WÓD PODZIEMNYCH W POLSCE UWZGLĘDNIAJĄCE RÓŻNE SCENARIUSZE ROZWOJU GOSPODARCZEGO W NAJBLIŻSZYCH 20 LATACH

POSSIBILITY OF USAGE OF GROUNDWATER RESOURCES IN POLAND ASSUMING DIFFERENT SCENARIOS OF ECONOMIC DEVELOPMENT DURING THE PERIOD OF THE NEXT 20 YEARS

ELŻBIETA PRZYTUŁA¹, LIDIA RAZOWSKA-JAWOREK²

Abstrakt. W artykule przedstawiono ocenę stopnia wykorzystania wód podziemnych w zależności od przyjętych scenariuszy rozwoju gospodarczego. Prognozę przeprowadzono dla najbliższych dwudziestu lat. Spośród proponowanych w literaturze kilkunastu scenariuszy rozwoju gospodarczego, jako najbardziej prawdopodobne dla Polski przyjęto trzy scenariusze: rynkowy, regionalny i zrównoważony globalnie. Prognozę stanu rezerw zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania przeprowadzono dla obszarów bilansowych wód podziemnych, odpowiadających podziałowi regionów wodnych na zlewnie bilansowe. Stan rezerw wód podziemnych w przyjętych scenariuszach spodziewanych zmian gospodarki wodnej zdefiniowano za pomocą wskaźnika, który określa stopień wykorzystania zasobów wód podziemnych. W artykule przedstawiono również wpływ przemysłu i górnictwa na zasoby wód podziemnych w poszczególnych scenariuszach.

Słowa kluczowe: wody podziemne, zasoby wód podziemnych, rozwój gospodarczy.

Abstract. This paper presents the evaluation of the degree of usage of groundwater resources in Poland assuming different scenarios of economic development. The time period for this prediction has been taken on the next 20 years. Three scenarios of development have been chosen: commercial; regional and sustainable. The prediction of the quantity of groundwater resources available for usage has been performed for the groundwater balance areas representing water regions in Poland. Groundwater resources for each scenario have been defined by an indicator which expressed the degree of usage of groundwater resources. The impact of mining and industry on groundwater resources for each scenario has also been taken into account.

Key words: groundwater, groundwater resources, economic development.

WSTĘP

W latach 2010–2011 Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB) uczestniczył w realizacji tematu: „Zrównoważone gospodarowanie zasobami geologicznymi kraju. Analiza stanu rozpoznania ilości i ja-

kości oraz użytkowania zasobów zwykłych wód podziemnych w kraju wraz z oceną ich wykorzystania na środowisko i poziom życia społeczeństwa oraz wskazaniem do zasad zrównoważonego gospodarowania”. Temat realizowany był

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; e-mail: elzbieta.przytula@pgi.gov.pl

² Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Górnośląski, ul. Królowej Jadwigi 1, 41-200 Sosnowiec; e-mail: lidia.razowska-jaworek@pgi.gov.pl

w ramach Projektu „Wpływ zmian klimatu na środowisko, gospodarkę i społeczeństwo (zmiany, skutki i sposoby ograniczania, wnioski dla nauki, praktyki inżynierskiej i planowania gospodarczego)” Pierwsza oś priorytetowa Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, działanie 1.3.1, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego („Projekt KLIMAT”), w grupie tematycznej nr 3 „Zrównoważone gospodarowanie wodą, zasobami geologicznymi i leśnymi kraju”. Głównym wykonawcą i koordynatorem prowadzonych prac był Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB. Realizowane przez PIG-PIB prace wykonano w dwóch etapach (Herbich i in., 2011). Etap I – wprowadzający do zagadnienia gospodaro-

wania wodami podziemnymi – obejmował ocenę stopnia udokumentowania i użytkowania zasobów zwykłych wód podziemnych, a także ocenę zawartości i struktur baz danych o zasobach i poborach wód podziemnych oraz stopnia ich zgodności z wymaganiami polityki wodnej Unii Europejskiej. W etapie II wykonano ocenę stanu rezerw zasobów wód podziemnych i ich zagrożeń w warunkach spodziewanych zmian klimatu wraz ze wskazaniem do zasad zrównoważonego gospodarowania z uwzględnieniem potrzeb wodnych ekosystemów zależnych od wód podziemnych. Przeprowadzono również ocenę zasięgu i stopnia degradacji wód podziemnych pod wpływem działalności górniczej. W artykule omówiono wyniki badań etapu II.

PRZYJĘTE SCENARIUSZE ROZWOJU GOSPODARCZEGO

Zgodnie z wytycznymi „Projekt KLIMAT”, do analiz przyjęto 3 scenariusze rozwoju gospodarczego: rynkowy, regionalny i zrównoważony (Walczykiewicz, 2010). Przyjęto założenie, że do 2030 roku nie nastąpią zmiany zasobów wodnych spowodowane działaniem czynników naturalnych (np. klimat).

Scenariusz „**rynkowy**” zakłada wysoki wzrost gospodarczy i priorytet ekonomii nad zagadnieniami środowiskowymi. Według tego scenariusza w Polsce nastąpi wzrost gospodarczy i poprawa infrastruktury technicznej: osiedlanie się na nowych terenach, powstawanie nowych firm, wzrost zamożności społeczeństwa, komercjalizacja. Dzięki dobrej koniunkturze w Polsce większa uwaga będzie skierowana na jakość wody zarówno do picia jak i do rekreacji. Dzięki wzrostowi gospodarczemu nastąpi rozwój energetyki jądrowej do 30% i odnawialnych źródeł energii (OZE) do 20% w stosunku do stanu aktualnego. Do roku 2030 założono wzrost zużycia wody ze 100 do 120 l/d na mieszkańca, zwiększenie stopnia zwodociągowania (z 89% do 92%), zmniejszenie strat sieci wodociągowych (z 25% obecnie do 15%), zwiększenie zużycia wody przez przemysł. Globalne zapotrzebowanie na wodę będzie jednakże tylko nieznacznie większe od aktualnego, ze względu na stosowanie wodooszczędnych technologii.

Scenariusz „**regionalny**” zakłada nierównomierny rozwój gospodarczy, czyli dobra koniunktura w bogatych

regionach oraz słabe tempo rozwoju w uboższych. W Polsce założono niższy poziom życia. Społeczeństwo będzie uboższe w stosunku do poziomu dzisiejszego i mniej wrażliwe na zagrożenia, nastąpi spadek liczby ludności o kilka procent. Zużycie surowców energetycznych będzie nadal duże – zbliżone do obecnego poziomu. Tempo rozwoju gospodarczego będzie umiarkowane, mniej środków na inwestycje w poprawę gospodarki wodnej, niska ranga polityki wodnej oraz wzrost potrzeb wodnych w przemyśle. Założono wzrost zużycia wody, ale tylko o 10% i straty sieci o 17%. Globalne zapotrzebowanie na wodę wzrośnie o około 15%.

Scenariusz „**zrównoważony**” zakłada największy stopień globalizacji. Rozwój gospodarczy zrównoważony z poszanowaniem zasobów naturalnych i środowiska przyrodniczego. Przywiązywanie podobnej wagi do spraw gospodarczych, jak i do ekologii. Wzrost rangi i znaczenia polityki wodnej: długoterminowe planowanie oraz rozwój polityki ochrony wód. Założono zużycie wody na poziomie 105 l/d na mieszkańca oraz spadek globalnego zapotrzebowania na wodę o 23%. Nastąpi rozwój gospodarczy Polski i stanie się ona atrakcyjna dla inwestorów. Zwiększy się zużycie wody przez przemysł, ale w mniejszym stopniu niż w poprzednich scenariuszach. W energetyce założono wzrost znaczenia odnawialnych źródeł energii. Nastąpi poprawa jakości wód.

WPŁYW PRZEMYSŁU I GÓRNICTWA NA WODY PODZIEMNE W POSZCZEGÓLNYCH SCENARIUSZACH

W przypadku **wysokiego wzrostu gospodarczego** rozwój górnictwa będzie ograniczony ze względu na dynamiczny wzrost gospodarczy i rozkwit innych dziedzin przemysłu, a zarazem inwestowanie w alternatywne źródła energii – energetykę jądrową, solarną, wiatrową. Zapotrzebowanie przemysłu na wody podziemne będzie większe, a ilość wód

podziemnych pompowanych wskutek drenażu górnictwa zmniejszy się w znaczącym stopniu, z obecnie pompowanych ponad 863 mln m³/rok, do nieco ponad 600 mln m³/rok, czyli w przybliżeniu o około 30%. Przy założeniu **regionalnego rozwoju gospodarczego** nastąpi dynamiczny rozwój przemysłu wydobywczego, ze względu na spowolnienie

gospodarki i brak środków na rozwój bardziej nowoczesnych branż. Początkowo zwiększy się zużycie paliw kopalnych, ze względu na brak środków na wprowadzenie w Polsce energetyki opartej na energetyce jądrowej czy odnawialnych źródłach energii. Spowoduje to stopniowe szczypanie zasobów surowców i w efekcie pod koniec okresu, wpływ górnictwa na wody podziemne będzie mniejszy niż obecnie – ilość wód podziemnych pompowanych przez kopalnie wyniesie około 700 mln m³/rok, czyli obniży się w przybliżeniu o nieco poniżej 20%.

Rozwój zrównoważony globalnie oznaczać będzie, przede wszystkim, większy szacunek dla środowiska natu-

ralnego oraz rozwój energetyki w kierunku odnawialnych źródeł energii. Koncepcja zrównoważonego globalnie rozwoju wpłynie na spadek wydobywania. Na terenie Górnego Śląska pompowania będą jednak kontynuowane ze względu na ochronę powierzchni terenu przed zatopieniem w rejonie rozległych i głębokich niecek osiadań oraz aby zapobiec zatopieniu wyrobisk czynnych kopalń. Wpływ górnictwa na wody podziemne zmaleje w znacznym stopniu, ilość wód podziemnych pompowanych wskutek drenażu gurniczego wyniesie zaledwie około 365 mln m³/rok, czyli w przybliżeniu poniżej 60% w stosunku do ilości pompowanych obecnie.

OCENA STANU REZERW ZASOBÓW WÓD PODZIEMNYCH W ANALIZOWANYCH SCENARIUSZACH SPODZIEWANYCH ZMIAN KLIMATU ORAZ GOSPODARKI WODNEJ

Ocenę stanu rezerw zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania przeprowadzono dla obszarów bilansowych wód podziemnych, odpowiadających podziałowi regionów wodnych na zlewnie bilansowe. Stan rezerw wód podziemnych w przyjętych scenariuszach spodziewanych zmian klimatu oraz gospodarki wodnej zdefiniowano za pomocą wskaźnika α ($\alpha = \frac{UP}{ZDG} \cdot 100\%$, gdzie UP – pobór

z ujęć wód podziemnych (Frankowski i in., 2007), ZDG – dostępne do zagospodarowania zasoby wód podziemnych (Mordzonek, 2012)), za pomocą którego określono stopień wykorzystania dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych (tab. 1). Przyjęto założenie, że do 2030 roku nie nastąpi zmiana naturalnych zasobów wodnych. Przewidywalnie nie wystąpią takie zmiany elementów klimatu, które mogłyby spowodować zmianę odnawialności zasobów wód podziemnych w stopniu wykraczającym poza zakres jej dotychczasowego zróżnicowania. Uwzględniono natomiast zmiany w poborach w zależności od prawdopodobnych potrzeb wodnych ludności i gospodarki.

Zakładając w perspektywie najbliższych 20 lat **wysoki wzrost gospodarczy**, rezerwa zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania będzie zbliżona do stanu aktualnego (fig. 1A, B). Zagrożenie brakiem rezerw zasobów

wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania ($\alpha > 90\%$) wystąpi na obszarze 3,3% powierzchni kraju. Nadmierne szczypanie dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych stwierdzono w 4 obszarach bilansowych, obejmujących obszary spływu wód podziemnych do ujęć odwodnieniowych odkrywkowych kopalń węgla brunatnego (Konin, Adamów, Bełchatów) oraz węgla kamiennego. Podobnie kształtują się możliwości wykorzystania wód podziemnych w scenariuszu **regionalnego rozwoju gospodarczego** (fig. 1C). Rezerwa zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania będzie zbliżona do stanu aktualnego.

Krajowe rezerwy dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych nadal będą znaczne, jednak zakładając zwiększenie poboru o 15% w stosunku do stanu aktualnego, wzrosną powierzchnia obszarów o średnich rezerwach zasobów wód podziemnych (fig. 1C). Nadmierne szczypanie zasobów wód podziemnych dotyczy rejonów silnie zmienionych antropogenicznie oraz będących w strefie spływu wód podziemnych do ujęć odwodnieniowych kopalń węgla brunatnego i kamiennego.

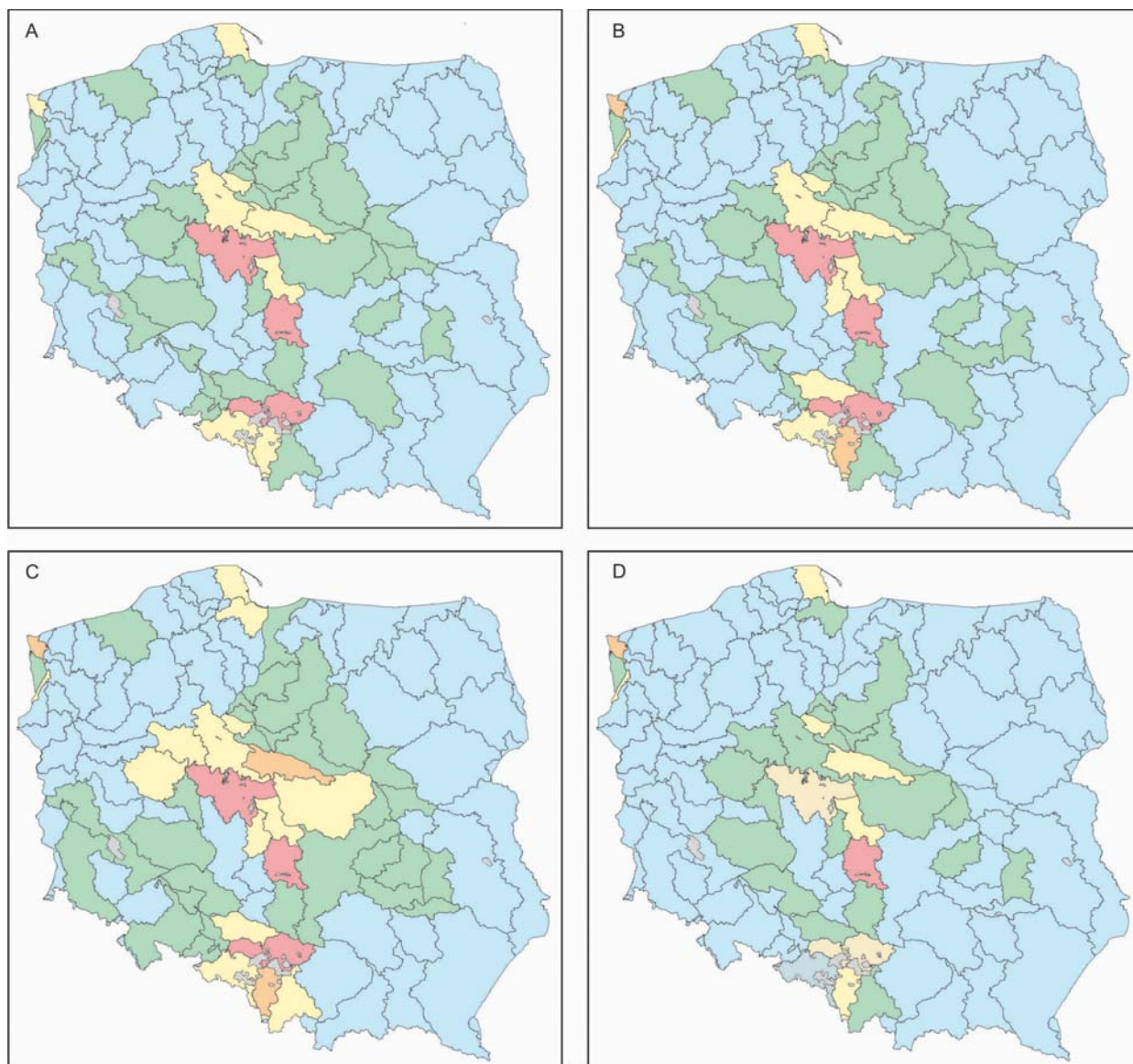
Scenariusz rozwoju zrównoważonego do 2030 r. zakłada rozwój gospodarki, ale mniejszy niż w scenariuszach pozostałych, ze względu na większe znaczenie ochrony środo-

Tabela 1

Stopień wykorzystania zasobów wód podziemnych

The degree of usage of groundwater resources

Przedział wartości wskaźnika	Wykorzystanie zasobów wód podziemnych	Stan rezerw zasobów wód podziemnych
15	bardzo niskie	bardzo wysokie rezerwy
15 > 30	niskie	wysokie rezerwy
30 > 60	średnie	średnie rezerwy
60 > 90	wysokie	niskie rezerwy
> 90	bardzo wysokie i nadmierne	zagrożenie brakiem rezerw lub brak rezerw (deficyt)



Wykorzystanie zasobów wód podziemnych w obszarach bilansowych
Usage of groundwater resources in balance areas

bardzo niskie (<15%)
very low (<15%)

niskie (15–30%)
low (15–30%)

średnie (30–60%)
moderate (30–60%)

wysokie (60–90%)
high (60–90%)

bardzo wysokie i nadmierne (>90%)
very high and in excess (>90%)

— granice obszarów bilansowych wód podziemnych
groundwater balance areas boundary

▨ odwodnienia złóż
mine dewatering systems

Fig. 1. Wykorzystanie wód podziemnych w różnych scenariuszach rozwoju gospodarczego

A – stan aktualny, B – rynkowy, C – regionalny, D – zrównoważony

The degree of usage of groundwater resources assuming different scenarios of economic development

A – actually, B – commercial, C – regional, D – sustainable

wiska i większą świadomość ekologiczną społeczeństwa. Założona w tym scenariuszu nieznaczna poprawa stanu środowiska wodnego (pobór z ujęć zmniejszony o 15%) będzie się przejawiać wzrostem obszarów o bardzo wysokiej i wysokiej rezerwie zasobów wód podziemnych (fig. 1d). Zmiany w zapotrzebowaniu górnictwa na wody podziemne (spadek o około 60%), prawdopodobnie spowodują, że nie będzie obszarów deficytowych – zagrożony brakiem rezerw może pozostać jeden

obszar, pozostający w strefie spływu wód podziemnych do ujęć odwodnieniowych kopalni węgla brunatnego w Bełchatowie.

Przeprowadzoną analizę możliwości wykorzystania zasobów wód podziemnych w różnych scenariuszach rozwoju gospodarczego oraz zmian odnawialnych i dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych cechuje wysoki stopień niepewności ze względu na złożony charakter czynników kształtujących te zasoby.

WNIOSKI

Przy założeniach scenariuszy „rynkowego” i „regionalnego” w okresie najbliższych 20 lat mogą wystąpić obszary bilansowe odznaczające się nadmiernym szcerpaniem zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania. Będą to rejony obejmujące obszary spływu wód podziemnych do ujęć odwodnieniowych kopalni węgla brunatnego i kamiennego oraz obszary o wysokiej koncentracji ujęć przemysłowych. W przypadku scenariusza „zrównoważonego” w znacznej części obszarów bilansowych nastąpi poprawa warunków wodnych – zagrożony brakiem rezerw może pozostać jeden obszar, pozostający w strefie spływu wód podziemnych do ujęć odwodnieniowych kopalni węgla brunatnego w Bełchatowie. Na pozostałym obszarze Polski, według wszystkich przyjętych scenariuszy, rezerwa dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych bę-

dzie co najmniej średnia, a stopień wykorzystania dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych wyniesie maksymalnie do 60%. Jak można było przewidzieć, dla wód podziemnych i innych komponentów środowiska naturalnego najlepszy będzie scenariusz rozwoju zrównoważonego. Dlatego, pomimo jego istotnej wady, jaką jest pewne ograniczenie tempa rozwoju gospodarczego, powinniśmy nie ustawać w propagowaniu takiego modelu gospodarki. Ciągłe aktualne są słowa Raportu WCED (the World Commission on Environment and Development) z 1987 r. „Nasza wspólna przyszłość”: „Na obecnym poziomie cywilizacyjnym możliwy jest rozwój zrównoważony, to jest taki rozwój, w którym potrzeby obecnego pokolenia mogą być zaspokojone bez umniejszania szans przyszłych pokoleń na ich zaspokojenie”.

LITERATURA

- FRANKOWSKI Z., GAŁKOWSKI P., MITRĘGA J., 2007 — Opracowanie metodyki identyfikacji i ustalenie struktury poboru wód podziemnych dla potrzeb oceny stanu ilościowego wód podziemnych kraju. MŚ, PIG, Warszawa.
- HERBICH P., JARMUŁOWICZ-SIEKIERA M., MORDZONEK G., NIDENTAL M., PRZYTUŁA E., CHMURA A., MOTYKA J., RAZOWSKA-JAWOREK L., 2011 — Zrównoważone gospodarowanie zasobami geologicznymi kraju. Analiza stanu rozpoznania ilości i jakości oraz użytkowania zasobów zwykłych wód podziemnych w kraju wraz z oceną ich wykorzystania na środowisko i poziom życia społeczeństwa oraz wskazaniem do zasad zrównoważonego gospodarowania. ETAP II. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- MORDZONEK G., 2012 — Prowadzenie i aktualizacja bazy danych GIS wraz z mapą zasobów dyspozycyjnych i perspektywicznych wód podziemnych dla obszaru kraju. Raport z zadania 10 PSH w 2011 r. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- WALCZYKIEWICZ T., 2010 — Scenariusze rozwoju gospodarki wodnej w Polsce do 2030 r. IMGW, Kraków.

SUMMARY

This paper presents the degree of usage of groundwater resources assuming different scenarios of economic development in Poland. The time period for this prediction analysis has been taken on the next 20 years. Among several scenarios of development three have been chosen as the most likely for Poland: commercial, regional and sustainable. The prediction of the quantity of groundwater resources available

for usage has been performed for groundwater balance areas representing water regions in Poland. Groundwater resources for each scenario have been defined by an indicator which expressed the degree of usage of groundwater resources. The impact of mining and industry on groundwater resources for each scenario has also been taken into account. Mine drainage in Poland, mainly by deep coal mines, lignite

open pits, lead and zinc as well as copper deep mines cause the development of large depression cones and decrease of groundwater resources. Considering the resources of mineral deposits and the hydrogeological problems connected with the mine drainage, the reduction of mine impact on groundwater has been predicted for 2030 year, 30% and 20% for commercial and regional development respectively. For the

sustainable development the reduction of mine impact as high as 60% has been predicted. Assuming the scenarios of commercial and regional development, in 2030 year, the balance areas with limited groundwater resources available for use will be prevailing in Poland. However, in a case of the sustainable development, the increase of available groundwater resources has been predicted.